UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GABRIEL COUTO GONÇALVES

DESAFIOS DA IMPLANTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA NAS ORGANIZAÇÕES

JUIZ DE FORA
2021

GABRIEL COUTO GONÇALVES

DESAFIOS DA IMPLANTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA NAS ORGANIZAÇÕES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Profª. DSc. Clarice Breviglieri Porto

JUIZ DE FORA

2021

Gonçalves, Gabriel Couto.
Desafios da implantação e implementação da metodologia Lean Seis Sigma nas organizações / Gabriel Couto Gonçalves. -- 2021.
67 f. : il.

Orientadora: Clarice Breviglieri Porto
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, ICE/Engenharia, 2021.

1. Lean Seis Sigma. 2. Fatores Críticos. 3. Implantação. 4. Implementação. I. Porto, Clarice Breviglieri, orient. II. Título.

GABRIEL COUTO GONÇALVES

DESAFIOS DA IMPLANTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA NAS ORGANIZAÇÕES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 9 de março de 2021.

BANCA EXAMINADORA

_____

Profª. DSc. Clarice Breviglieri Porto

Universidade Federal de Juiz de Fora

_____

Profº. D.Sc. Eduardo Breviglieri Pereira de Castro

Universidade Federal de Juiz de Fora

_____

Profº. D.Sc. Luiz Henrique Dias Alves

Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Etapa tão importante da minha vida não estaria completa sem o reconhecimento de todos aqueles que estiveram envolvidos de forma direta ou indireta para que esse sonho se tornasse realidade.

Inicialmente, agradeço a Deus por todas as oportunidades de aprendizado e pelos desafios que Ele tem colocado em meu caminho.

Agradeço imensamente aos meus pais, Edmilson e Elisângela, por acreditarem no meu potencial e fornecerem todos os recursos possíveis para o meu crescimento profissional e pessoal.

Agradeço aos meus irmãos, Bruno e Lara, pelo companheirismo, pela amizade, pelas conversas, pela força e pelo amor.

A minha orientadora Clarice, compartilho um sentimento de gratidão e admiração pela boa vontade, disposição e pelos conselhos durante o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, meu mais sincero obrigado a todos aqueles que torceram por mim e que contribuíram de alguma forma na minha caminhada acadêmica.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal, compreender quais são os desafios enfrentados para implantar e implementar a metodologia *Lean Seis Sigma* nas organizações brasileiras. A integração da filosofia *Lean Thinking* com os princípios do *Seis Sigma*, permitiu a formação de uma estrutura que proporciona aumento de desempenho e lucratividade das organizações por meio da redução de desperdícios e melhoria de processos. No entanto, introduzir e consolidar a metodologia nem sempre é uma tarefa fácil e requer atenção em diversos fatores críticos. Para a execução do projeto foi realizado pesquisas semiestruturadas, além de um questionário com gestores responsáveis pelo setor de qualidade para coleta de informações quanto as características do programa na empresa.

Palavras-chave: *Lean* Seis Sigma, Fatores Críticos, Implantação, Implementação.

ABSTRACT

This work has as main objective to understand what are the challenges faced to implement and implement the Lean Six Sigma methodology in Brazilian organizations.The integration of the Lean Thinking philosophy with the principles of Six Sigma allowed the formation of a structure that provides increased performance and profitability for organizations by reducing waste and improving processes. However, introducing and consolidating the methodology is not always an easy task and requires attention to several critical factors. For the execution of the project, semi-structured surveys will be carried out, in addition to a questionnaire with managers responsible for the quality sector to collect information about the characteristics of the program in the company.

Keywords: Lean Six Sigma, Critical Factors, Deployment, Implementation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Combinação das metodologias *Lean* e Seis Sigma na melhoria de processos.....13
Figura 2 – Linha do tempo entre o pedido e o recebimento de dinheiro de um cliente.....17
Figura 3 – Sete tipos de perdas.....18
Figura 4 – Cinco princípios do Pensamento *Lean*.....19
Figura 5 – Exemplo de *Kanban* de Produção.....23
Figura 6 – Exemplo de *Kanban* de Transporte.....23
Quadro 1 – Níveis de Sigma.....26
Figura 7 – Ciclo de Melhoria DMAIC.....28
Figura 8 – Descrição de um *boxplot*.....30
Figura 9 – Exemplo de um gráfico de dispersão.....32
Figura 10 – O método 5W2H.....32
Figura 11 – Uso do *Lean Seis Sigma* para a melhoria do tempo de produção por peça.....34
Figura 12 – Exemplo de escala de Likert utilizada no questionário.....37
Figura 13 – Pergunta de classificação do porte da organização no questionário.....38
Figura 14 – Pergunta de classificação setorial da organização no questionário.....39
Figura 15 – Pergunta sobre a metodologia utilizada.....40
Figura 16 – Pergunta sobre a forma com que foi trabalhada a tentativa de implantação da metodologia.....41
Figura 17 – Classificação dos fatores críticos para implantação.....42
Figura 18 – Exemplo de relativização de fator crítico de implementação utilizando escala Likert 43
Figura 19 – Distribuição geográfica das empresas.....45
Figura 20 – Distribuição setorial das empresas da pesquisa.....46
Figura 21 – Distribuição setorial das empresas que utilizam o *Lean Seis Sigma*.....47
Figura 22 – Metodologia atualmente utilizada pelas empresas.....47
Figura 23 – Técnicas e Ferramentas mais utilizadas pelos adotantes do *Lean Manufacturing*48
Figura 24 – Técnicas e Ferramentas mais utilizadas pelos adotantes do *Lean Seis Sigma*.....49
Figura 25 – Forma de implantação das empresas adotantes do *Lean Seis Sigma*.....49
Figura 26 – Relativização do fator crítico Liderança na implantação do *Lean Seis Sigma*. 50
Figura 27 – Relativização do fator crítico Treinamento na implantação do *Lean Seis Sigma*.....50

Figura 28 – Relativização do fator crítico Processo Gerencial na implantação do *Lean Seis Sigma*. 51
Figura 29 – Relativização do fator crítico Perfil dos Black Belts na implantação do *Lean Seis Sigma*. 51
Figura 30 – Relativização do fator crítico Equipes de Projetos na implantação do *Lean Seis Sigma*. 52
Figura 31 – Relativização do fator crítico Iniciativas Prévias na implantação do *Lean Seis Sigma* 52
Figura 32 – Classificação dos fatores críticos em ordem de importância na implantação do *Lean Seis Sigma* 53
Figura 33 – Relativização do fator crítico Liderança na implementação do *Lean Seis Sigma*. 54
Figura 34 – Relativização do fator crítico Projetos na implementação do *Lean Seis Sigma* ... 54
Figura 35 – Relativização do fator crítico Treinamento Contínuo na implementação do *Lean Seis Sigma* 55
Figura 36 – Relativização do fator crítico Comunicação e Revisão na implementação do *Lean Seis Sigma* 55
Figura 37 – Relativização do fator crítico Processo Gerencial na implementação do *Lean Seis Sigma* 56
Figura 38 – Relativização do fator crítico Perfil dos *Black Belts* na implementação do *Lean Seis Sigma* 56
Figura 39 – Relativização do fator crítico Equipes de Projetos na implementação do *Lean Seis Sigma* 57
Figura 40 – Relativização do fator crítico Atualização dos KPI's na implementação do *Lean Seis Sigma* 57
Figura 41 – Fatores críticos mais citados entre os 4 primeiros lugares na ordem de importância na implementação do *Lean Seis Sigma* 58
Figura 42 – Fatores críticos mais citados entre os 4 últimos lugares na ordem de importância na implementação do *Lean Seis Sigma* 58

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

CTQ *Critical To Quality* (Crítico Para a Qualidade)

DMAIC *Define* (Definir), *Measure* (Medir), *Analyze* (Analisar), *Improve* (Melhorar), *Control* (Controlar)

PDCA *Plan* (Planejar), *Do* (Fazer), *Check* (Checar), *Act* (Agir)

SIPOC *Suppliers* (Fornecedores), *Inputs* (Insumos), *Process* (Processo), *Outputs* (Produtos) e *Customers* (Consumidores)

STP Sistema Toyota de Produção

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 12
1.2 JUSTIFICATIVA 13
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 14
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 14
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 14
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 15

2. REFERENCIAL TEÓRICO 16

2.1 LEAN MANUFACTURING 16
2.1.1 OS SETE TIPOS DE DESPERDÍCIO 17
2.1.2 PRINCÍPIOS DO *LEAN MANUFACTURING* 19
2.1.3 FERRAMENTAS E ESTRATÉGIAS DE APOIO AO *LEAN MANUFACTURING* 20
2.2 SEIS SIGMA 25
2.2.1 METODOLOGIA DMAIC 27
2.3 *LEAN SEIS SIGMA* 33
2.4 DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO *LEAN SEIS SIGMA* 34

3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA 36

3.1 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE PESQUISA 36
3.1.1 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO 38
3.1.2. ELABORAÇÃO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA 43

4. ANÁLISES E RESULTADOS 45

4.1 RESULTADOS ALCANÇADOS 45
4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 59

5. CONCLUSÕES 61

REFERÊNCIAS 63

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A globalização iniciada na década de 80 com a alta da revolução tecnológica, inserindo novos meios de comunicação e queda das barreiras comerciais foi o início da composição da sociedade informacional (MARIANO *et al.*, 2014). Assim, com a constituição de clientes mais informados e exigentes, as organizações começaram a enfrentar uma competição a nível global (LASTRES *et al.*, 1998).

Segundo Campos (2014), atender perfeitamente as especificações do cliente, no tempo certo, de forma confiável, acessível e segura são os requisitos para que um produto ou serviço sejam considerados de qualidade. Outrossim, Camargo (2011) salienta que satisfazer os anseios dos seus consumidores está forçando as empresas a revisar seus processos produtivos, a fim de afirmar sua sobrevivência e melhorar continuamente o atendimento a seus clientes.

No que tange ao aumento da competitividade, o foco das organizações está direcionado a otimizar os recursos e aumentar a produtividade. A busca por produzir o máximo nos processos produtivos utilizando o mínimo de recursos é o que vem direcionando os esforços do mundo corporativo moderno.

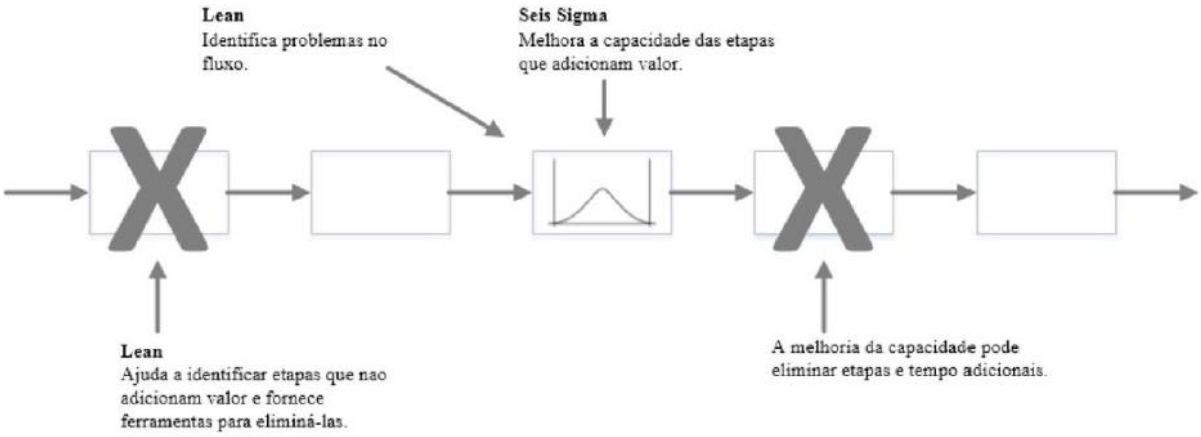
Seja qual for o setor da atividade a ser exercida, as organizações necessitam sistematicamente avaliarem seus processos com a finalidade de garantir que a qualidade solicitada pelos clientes seja satisfeita. Assim, faz-se fundamental a mensuração e análise dos resultados das atividades, tanto para confirmação do atendimento das imposições dos consumidores quanto para auxiliar as tomadas de decisões por parte dos gerentes em casos de anormalidades encontradas frente ao valor esperado (CAMPOS, 2014).

Diversas técnicas e metodologias têm sido desenvolvidas com a finalidade de fornecer uma abordagem estruturada para o processo de alinhamento da mensuração e análise de resultados com o aumento da produtividade.

Uma das metodologias que fazem a abordagem estruturada, é a integração da ideologia *Lean Thinking* com a estrutura Seis Sigma. Segundo Werkema (2013), a união do *Lean* com o Seis Sigma resulta em uma poderosa ferramenta para alcançar lucro e atender as necessidades dos clientes através da melhoria de processos. O *Lean* é fundamentado na filosofia da produção enxuta, que objetiva a eliminação dos desperdícios e colabora para o aumento da

produtividade, e o Seis Sigma é direcionado para a otimização da eficiência e eficácia das operações.

Figura 1 - Combinação das metodologias *Lean* e Seis Sigma na melhoria de processos.



Fonte: Bertels, 2013.

Apesar do *Lean Seis Sigma* ser considerado uma realidade no Brasil, a metodologia apresenta peculiaridades que se relacionam a fase mais importante do Seis Sigma, sua implementação. Aspectos essenciais no processo de inserção do programa nas organizações, ocasionam em um desequilíbrio no sucesso da metodologia. Essa variação possui estreita relação com aspectos como características da empresa, seu porte e setor inserido (ANDRIETTA; MIGUEL, 2007).

Esse desequilíbrio mostra-se uma circunstância conveniente para a aplicação de um estudo que identifique os principais desafios que os gestores enfrentam ao aplicar a metodologia.

1.2 JUSTIFICATIVA

O *Lean Seis Sigma* revela-se uma metodologia estruturada com grande potencial de auxílio aos gestores para redução de atividades que não agregam valor e melhoria da capacidade dos processos. Dessa maneira, organizações conseguem aumentar seus lucros, através da redução de custos, e atender aos anseios de seus clientes (WERKEMA, 2012).

Ainda que o Seis Sigma possa ser adotado nos mais diferentes setores de atividade (HAHN *et al*., 2000) e em diferentes portes (WESSEL; BURCHER, 2004), segundo estudos realizados por Andrietta e Miguel (2007), o setor automotivo se destaca como o maior usufruidor da metodologia, 37%. Ao passo em que o setor de telecomunicações e papel e

celulose representam apenas 2,6% das indústrias que utilizam a estrutura. Ademais, as empresas de grande porte são responsáveis por 65,4% da aplicação do *Lean Seis Sigma*.

De face ao exposto, o presente trabalho objetiva descobrir quais são os impedimentos enfrentados nas mais diferentes companhias, além de servir como trabalho de conclusão do curso de Engenharia de Produção.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O presente trabalho procurou explicitar ao seguinte questionamento: Quais os desafios e dificuldades que as organizações no Brasil enfrentam para implantar e implementar o *Lean Seis Sigma*?

Para responder essa pergunta foi realizado uma pesquisa qualitativa e quantitativa com gestores responsáveis pela adoção da metodologia de melhoria contínua nas organizações em que trabalham. A pesquisa foi realizada em diversas regiões do Brasil, englobando empresas de grande, médio e pequeno porte dos setores de manufatura e de serviços.

Os dados foram coletados no período de janeiro a março de 2021 a partir de um questionário *online* e de algumas entrevistas semiestruturadas.

Posteriormente, foi feita a análise dos dados coletados a fim de segmentar as dificuldades encontradas em diferentes especificações.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O objetivo principal desse trabalho consiste em compreender quais são os desafios enfrentados para implantar e implementar a metodologia *Lean Seis Sigma* nas organizações brasileiras.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

De acordo com Miguel (2010), o trabalho é classificado como uma pesquisa de natureza básica por se tratar de uma procura por progresso científico, ampliação de conhecimentos teóricos, sem a preocupação de utilizá-los na prática.

No que tange aos seus objetivos, a pesquisa é classificada como descritiva, uma vez que visa estabelecer relações entre variáveis, através da coleta de dados como questionário e observação sistemática.

Com relação à abordagem, o trabalho é classificado como qualitativo e quantitativo, por traduzir em números as opiniões e informações visando classificá-las e analisá-las. Assim, requer o uso de técnicas estatísticas, como porcentagem, média, moda, etc.

Por fim, quanto ao procedimento, será empregado questionário *online* e pesquisas semiestruturadas envolvendo interrogação direta das pessoas.

A via utilizada para a execução desse trabalho de pesquisa foi a técnica metodológica *snowball*, também conhecida como *snowball sampling* ("Bola de Neve"). Conforme Baldin e Munhoz (2011), essa técnica é uma forma de amostra não probabilística utilizada em pesquisas sociais onde os participantes iniciais de um estudo indicam novos participantes que por sua vez indicam novos participantes e assim, sucessivamente, até que seja alcançado o objetivo proposto.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho é composto por cinco capítulos. O capítulo inicial trata da introdução ao estudo que será realizado, as considerações iniciais e toda a estrutura que compõe esta proposta de trabalho, incluindo a justificativa, o escopo, os objetivos e a metodologia.

Posteriormente, o segundo capítulo discorre acerca da revisão bibliográfica do tema deste trabalho, incluindo conceitos do *Lean Manufacturing*, da metodologia Seis Sigma e da interação entre os elementos, formando a estrutura *Lean Seis Sigma*.

O terceiro capítulo descreve as etapas do desenvolvimento do projeto, mede e analisa os dados disponíveis. No quarto capítulo são apresentados os problemas relatados e se discute os resultados atingidos com o trabalho.

Finalmente, o quinto capítulo mostra as conclusões a partir dos resultados apresentados e verifica se os objetivos gerais foram atingidos, além de discutir sobre os desafios e limitações do estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo discorrer sobre a revisão bibliográfica que será base para o entendimento das próximas etapas do trabalho. Tal levantamento foi organizado de forma a propiciar uma análise conceitual acerca do que já é conhecido.

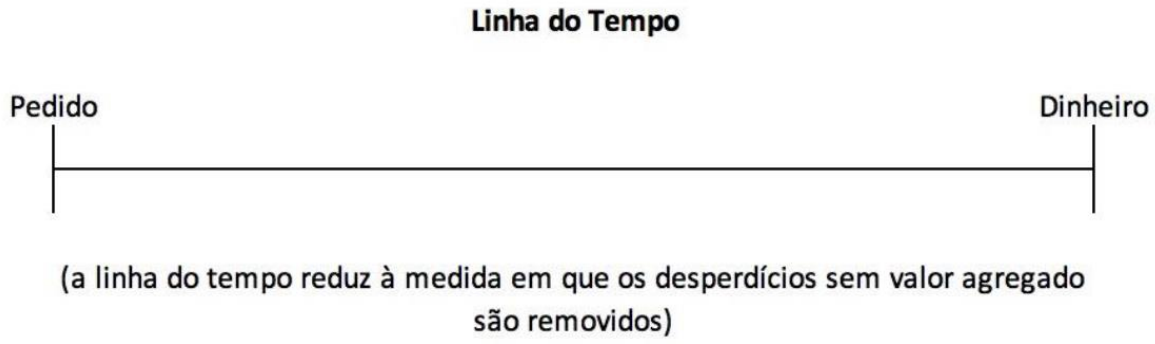
2.1 LEAN MANUFACTURING

A partir dos anos 30, uma sequência de fatos fez com que a automobilística Toyota Motor Company enfrentasse graves dificuldades financeiras. A fim de realizar grandes esforços em período de Guerra, o governo japonês decidiu que a empresa não poderia mais produzir carros de passeio, passando a produzir somente caminhões. No final do ano de 1949, houve uma acentuada diminuição no número de vendas, ocasionando em demissão de grande parte dos trabalhadores. Em 1950, enquanto a fábrica Rouge da Ford produzia 7.000 carros por dia, a Toyota havia produzido apenas 2.685 automóveis (WOMACK *et al*, 2004).

Com o objetivo de ter maior contato com a produção em massa, Eiji Toyada, em 1950, passou uma temporada na fábrica da Ford. Apesar de perceber a dificuldade de copiar o modelo de produção da montadora americana em um Japão fragilizado economicamente pós-guerra, Eiji percebeu que era possível aperfeiçoar o sistema de produção da Toyota. Deste modo, já de volta ao Japão, Eiji Toyoda e Taichii Ohno, começaram a pensar em um novo modelo de produção, posteriormente chamado de Sistema Toyota de Produção (STP), amplamente conhecido como produção enxuta ou *Lean Manufacturing* (WOMACK *et al*, 2004).

A proposta do STP consistia em reduzir o período de duração entre o tempo de pedido do cliente até o momento do faturamento, através da redução e/ou eliminação de atividades que utilizam recursos sem agregar valor ao produto. A Figura 2 ilustra uma linha do tempo.

Figura 2 - Linha do tempo entre o pedido e o recebimento de dinheiro de um cliente.



Fonte: Ohno, 1997.

Dessa forma, a Toyota precisaria ter uma produção diversificada e em pouca quantidade, com maior rendimento dos trabalhadores e sem desperdício (SOARES, 2007).

Taichii Ohno começou as alterações no sistema de produção através da troca rápida de ferramentas, eliminando tempo ocioso dos trabalhadores e assegurando maior flexibilidade à produção. A diminuição dos grandes estoques de peças acabadas através da redução dos lotes de produção trouxe redução dos custos financeiros e propiciou que apenas algumas peças fossem fabricadas antes da montagem de um carro, melhorando a percepção dos defeitos. No entanto, para Ohno, para que todo esse sistema funcionasse era necessário mão-de-obra qualificada e extremamente motivada, em que os trabalhadores tivessem participação ativa nos interesses da empresa, propondo melhorias, ao invés de apenas reagirem aos problemas (WOMACK *et al*, 2004).

Assim, o modelo do STP foi além do conceito de produzir de forma enxuta, referenciado como Sistema de Pessoas Pensantes (*Thinking People System*), passou a proporcionar aos seus funcionários experiências de aprendizado (LIKER; HOUSEUS, 2009).

Essa referência ao sistema da Toyota, justifica-se pelo fato de os empregados terem sido estimulados frequentemente a pensar em maneiras de desenvolver processos livre de defeitos (MATTHEWS; BRUEGGEMANN, 2015). Ademais, Sakichi Toyoda relata a importância do respeito de todos os envolvidos (clientes, fornecedores, funcionários, comunidade) como ponto chave de sucesso na implementação do *Lean* (GRABAN, 2013).

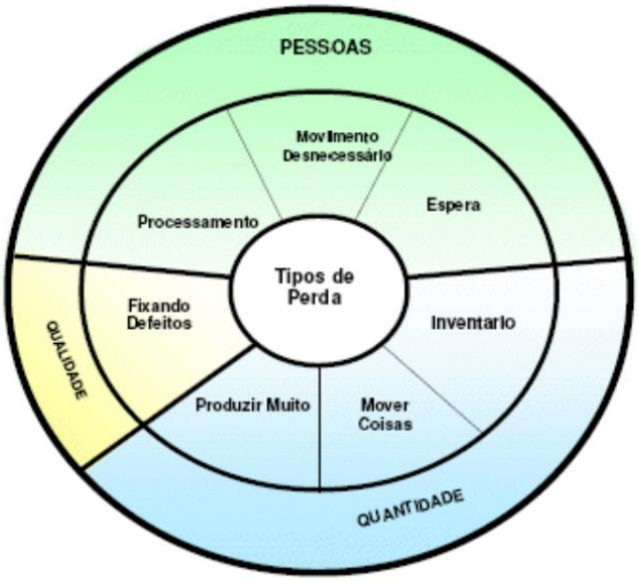
2.1.1 Os Sete Tipos de Desperdício

Ao visitar a fábrica da Ford, Ohno percebeu que o sistema de produção vigente era cheio de desperdícios (*muda*, em japonês) e comtemplava desperdícios de esforços, materiais e

tempos (WOMACK *et al*, 2004). Outrossim, segundo Shingo (1996), perda é toda e qualquer atividade que não contribui para as operações, ou seja, não agregam valor.

O estudo desenvolvido por Ohno (1997) revela que o passo inicial para aplicação dos conceitos do STP, ou do *Lean*, é a identificação dos sete tipos de desperdícios (Figura 3).

Figura 3 - Sete tipos de perdas



Fonte: Ohno, 1997.

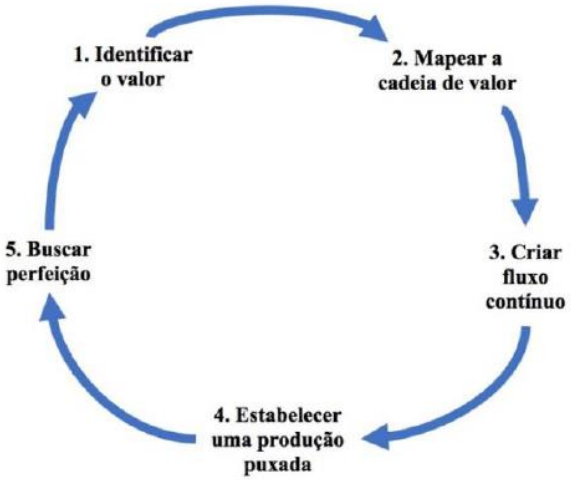
- Superprodução: existem dois tipos de superprodução. A superprodução antecipada consiste em produzir antes do tempo necessário e a superprodução quantitativa constitui-se na produção além do necessário (SHINGO, 1996).
- Tempo disponível (espera): ocorre quando equipamentos ou pessoas estão aguardando materiais ou informações para serem processadas, formando filas para garantir maior taxa de utilização dos equipamentos (OHNO, 1997).
- Transporte: ocorre quando há movimentação de recursos (materiais, documentos, ferramentas, equipamentos ou pessoas) de um local para o outro sem necessidade. Estas atividades são vistas como desperdícios de tempo e recursos, pois, devem ser reduzidas ao máximo ou eliminadas (CORRÊA; GIANESI, 2009).
- Processamento em si: são os processos que não agregam valor ao produto e, se eliminados, não alterariam o resultado final. Assim, melhorias relacionadas à Engenharia de Valor e à Análise de Valor devem ser estudas, visto que elas consistem na simplificação ou redução do número de componentes ou atividades necessárias para fabricar determinado produto (OHNO, 1997).

- Estoque disponível (estoque): compra em excesso de materiais, recursos e insumos, acarretando alta quantidade de itens estocados após a etapa final dos processos e que não serão vendidos. Esse desperdício representa maior ocupação de espaço, além de custos de manutenção e armazenamento de produtos no estoque (OHNO, 1997).
- Movimento: desperdício ocasionado por um ambiente de trabalho desorganizado, *layout* não otimizado e procedimentos não padronizados ou de difícil compreensão. Esses cenários acarretam movimentos desnecessários e atividades que consomem tempo e não agregam valor (OHNO, 1997).
- Produzir produtos defeituosos: desperdício ocasionado por problemas relacionados à qualidade. A produção de produtos defeituosos implica na utilização de recursos (tempo, pessoas, materiais, ferramentas, dentre outros) para corrigir, retrabalhar ou refazer algo que já foi realizado anteriormente (OHNO, 1997).

2.1.2 Princípios do *Lean Manufacturing*

Conforme Womack e Jones (2004), existem cinco princípios fundamentais (Figura 4) para contribuir na gestão de processos no combate aos desperdícios. Estes resumem o pensamento enxuto e norteiam as empresas que almejam que a produção enxuta funcione por completo.

Figura 4 - Cinco princípios do Pensamento *Lean*



Fonte: *Lean Enterprise Institute*, 2018.

1. Valor: definido pelo cliente em termos de produto específico que atenda às suas necessidades a um preço e momento específico. É o ponto de partida para o pensamento enxuto (*LEAN ENTERPRISE INSTITUTE*, 2018).
2. Fluxo de valor: a identificação da cadeia de valor fundamenta-se em mapear os processos da empresa dividindo-os em três categorias distintas: os processos que geram valor, os que não geram valor, porém são primordiais na manutenção da produção e da qualidade, e os que não geram valor e, portanto, devem ser eliminados imediatamente (WOMACK; JONES, 2004).
3. Fluxo contínuo: fazer com que as etapas que agregam valor fluam de forma contínua até que o produto chegue ao cliente sem refugos ou interrupções. Os produtos ou serviços devem ser elaborados ao mesmo passo em que são exigidos pelo cliente através da redução dos tempos de processamento (*LEAN ENTERPRISE INSTITUTE*, 2018).
4. Produção puxada: produzir no tempo e na quantidade correta, apenas o que é desejado pelo cliente. Com o fluxo contínuo uma vez criado, é o consumidor que irá "puxar" o valor e a organização não irá funcionar através de uma suposição de demanda (*LEAN ENTERPRISE INSTITUTE*, 2018).
5. Perfeição: à medida em que o valor foi especificado, que a cadeia de valor foi identificada, o fluxo esteja contínuo e sendo puxado pelos clientes, o processo dos cinco princípios recomeça e contínua até que seja atingida a perfeição, isto é, quando o valor ideal é fabricado sem desperdícios (*LEAN ENTERPRISE INSTITUTE*, 2018).

2.1.3 Ferramentas e Estratégias de Apoio ao *Lean Manufacturing*

Diversas ferramentas e estratégias são utilizadas como forma de suporte na melhoria de todos os fatores envolvidos no processo que visa proporcionar a entrega dos bens e serviços apropriados ao consumidor final. Essas ferramentas contribuem para aspectos como tempo de entrega, espaço utilizado pela produção, trabalho desenvolvido pelos funcionários e o uso de recursos como máquinas, materiais e equipamentos (AHERNE; WHELTON, 2010).

Entre essas ferramentas e estratégias, pode-se citar: Programa 5S, *Kaízen*, *Poka Yoke*, *Kanban* e *Just in Time*.

2.1.3.1 Programa 5S

Segundo Campos (2014), o programa 5S objetiva modificar a forma de pensar das pessoas em direção a um melhor comportamento. Baseia-se em uma nova maneira de direcionar a organização visando ganhos concretos de produtividade. O programa 5S deve ser executado desde o presidente até o chão de fábrica, sendo liderado pela alta direção da empresa. O programa é fundamentado em educação, treinamento e prática em grupo.

De acordo com Slack *et al.* (2009), a metodologia oriunda do Japão, pode ser compreendida como um método de organização de áreas de trabalho visando enfatizar ordem visual, organização, limpeza e padronização. Dessa forma, o programa sustenta uma das principais metas do *Lean Manufacturing*, a eliminação de desperdícios. Com tudo organizado e previsível, o trabalho fica mais rápido e fácil.

Os 5 sensos possuem o seguinte significado:

- *SEIRI* (Separação): manter o que é necessário e eliminar o que não é;
- *SEITON* (Organização): armazenar os objetos de forma que sejam facilmente alcançados quando necessário;
- *SEISO* (Limpeza): limpar e manter limpo e arrumado a área de trabalho;
- *SEIKETSU* (Padronização): manter a ordem e a limpeza por meio da cultura;
- *SHITSUKE* (Disciplina): fortalecer o compromisso e o orgulho em manter os padrões, para o bem-estar dos colaboradores.

2.1.3.2 *Kaizen*

A metodologia *Kaizen* visa o alcance de rápidas melhorias através da aplicação do senso comum e da criatividade para aprimorar um processo individual ou um fluxo de valor completo. Normalmente, o *Kaizen* é utilizado para solucionar problemas de escopo restrito e é dirigido por uma equipe composta por pessoas de áreas diferentes da empresa (WERKEMA, 2006).

Ainda, segundo Werkema (2006), o *Kaizen* pode ser usado nas seguintes situações: quando há clara identificação de fontes de desperdícios, quando a definição do escopo do projeto é eficiente e está compreendido pela equipe, quando é mínimo o risco de implantação, quando ocorre urgência para descoberta de resultados, quando se deseja aumentar a velocidade e alcançar credibilidade nas fases iniciais de um projeto de melhoria.

2.1.3.3 *Poka Yoke*

O *Poka-yoke* é um termo japonês que significa “à prova de erros” e equivale a um conjunto de práticas e/ou dispositivos que detecta e corrige erros durante um processamento antes que estes erros se transformem em defeitos e sejam percebidos pelos clientes internos e externos (WERKEMA, 2006).

Criado na década de 60, por Shigeo Shingo, o autor acredita que os defeitos surgem porque erros são cometidos, porém, erros não se tornarão defeitos se houver *feedback* e ação no momento que estes ocorrem (WERKEMA, 2006).

Segundo Shingo (1996), a inspeção 100% pode ser atingida através do controle físico e mecânico desempenhado pelo *Poka-yoke*. Este método possui funções de regulagem e de detecção. Os tipos de *Poka-yoke* que possuem função de regulagem são o Método de Controle e Método de Advertência. Já os tipos de *Poka-yoke* que possuem a função de detecção são: Método de Contato, Método de Conjunto e Método das Etapas.

2.1.3.4 *Kanban*

Kanban é o termo japonês utilizado para expressar “cartão” e representa um dispositivo sinalizador para a produção ou retirada de itens em um sistema de produção puxada (MARCHWINSKI *et al*., 2011).

Segundo Slack *et al* (2009), o *Kanban* é por diversas vezes chamado de “correia invisível” e possui como finalidade o controle da transferência de material de um estágio da produção para o seu posterior. Assim, o cartão é utilizado pelo estágio cliente como maneira de informar ao estágio fornecedor que necessita de material para dar prosseguimento à produção.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2008), o sistema de cartões *Kanban* mais utilizado atualmente é o de dois cartões, que consiste na utilização do cartão de produção (ou de manufatura) e do cartão de transporte (ou de deslocamento).

O *Kanban* de produção (Figura 5) dispara a produção de um lote mínimo de peças. Assim, ao utilizar este dispositivo, nenhuma operação é iniciada sem que ocorra a autorização deste sinal, exceto, por exemplo, em linhas de montagem (CORRÊA; CORRÊA, 2008).

Figura 5 - Exemplo de *Kanban* de Produção

Fonte: Corrêa e Corrêa, 2008.

Já o *Kanban* de transporte (Figura 6) possui a função de autorizar a movimentação de material pela fábrica, transportando do centro onde o produto foi fabricado para o próximo centro do estágio do processo. A atividade de movimentação só será executada mediante a autorização do cartão *Kanban* (CORRÊA; CORRÊA, 2008).

Figura 6 - Exemplo de *Kanban* de Transporte

Fonte: Corrêa e Corrêa, 2008.

Existem seis regras, segundo Marchwinski *et al*. (2011), para o uso eficaz do *Kanban*:

- Os processos clientes solicitam as quantidades exatas especificadas no cartão;
- Os processos fornecedores produzem as quantidades exatas e na sequência solicitada descrita no sinal enviado;
- Nenhum item deve ser produzido ou movimentado sem o *Kanban*;

- Todas as peças e materiais têm sempre um *Kanban* anexado;
- Peças defeituosas e em quantidades incorretas não são enviadas ao processo cliente;
- O número de *Kanban* deve ser reduzido cautelosamente a fim de diminuir estoques e revelar os problemas da produção.

2.1.3.5 *Just in Time*

Just in Time é uma filosofia que compreende aspectos de administração de materiais, gestão da qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos. Este sistema possui como propósito a melhoria contínua dos processos produtivos e busca alcança-lo através da redução de estoques, os quais tendem a camuflar problemas (CORRÊA; GIANESI, 2009).

Ainda segundo Corrêa e Gianesi (2009), o estoque vem sendo utilizado para evitar que três grupos de problemas atrapalhem o fluxo do processo produtivo:

- Problemas da qualidade: com a finalidade de evitar paradas no processo produtivo, quando ocorre problemas de qualidade em alguns estágios da produção, gerando refugos e/ou retrabalhos, o estoque é colocado entre estes estágios e os posteriores. Dessa forma, o estoque faz com que haja independência entre os estágios do processo produtivo.
- Problemas de quebra de máquina: assim que uma máquina para por problemas de manutenção, os processos subsequentes que são alimentados por esta máquina também parariam, se não houvesse estoque suficiente para que a produção continuasse até que a máquina fosse consertada. Nesta situação o estoque também gera independência entre os estágios.
- Problemas de preparação de máquina: em uma máquina que processa várias operações em um mesmo item, há necessidade de preparar a máquina a cada mudança de processamento. Esta preparação incorre em vários custos como no tempo inoperante da máquina, mão-de-obra requerida na preparação da máquina, perda de material no início da operação, dentre outros. Dessa forma, como forma de ratear estes custos, geralmente, as empresas produzem grandes lotes de produto. Porém, grandes lotes geram estoques, pois a produção é antecipada a demanda.

Assim sendo, a erradicação destes problemas constitui uma vantagem e um pressuposto para a utilização do *Just in Time*. A eliminação das causas geradoras de se manterem estoques colabora para que o objetivo principal do *Just in Time* seja alcançado: redução dos estoques. Nesta filosofia, os estoques são considerados prejudiciais por ocuparem espaço, representarem altos investimentos em capital, mas, especialmente, por esconderem os problemas da produção que geram baixa qualidade e produtividade (CORRÊA; GIANESI, 2009).

Ao permitir que, em um processo de fluxo, as peças necessárias à montagem do produto cheguem na linha no momento e na quantidade em que são necessárias, o *Just in Time* assegura a não utilização de estoque (OHNO, 1997). Para que isto aconteça com êxito, é necessária uma mudança nos métodos convencionais de gestão, passando a ter foco em: manutenção preventiva dos equipamentos; ampliação do papel dos operários; fazer as coisas certas da primeira vez; organização e limpeza dos itens; dentre outros (CORRÊA; GIANESI, 2009).

2.2 SEIS SIGMA

Segundo Pande, Neuman e Cavanagh (2000), o Seis Sigma é um método compreensível e flexível para alcance, manutenção e maximização do sucesso nos negócios ao compreender as necessidades dos clientes, efetuar análises baseadas em fatos e dados e direcionar atenção à gestão, melhoria e reinvenção de processos.

A Motorola foi pioneira no desenvolvimento do método nos anos 80, com o objetivo de competir com empresas concorrentes que ofertavam produtos de melhor qualidade, praticando preços mais baixos (SNEE, 2010). A metodologia se mostrou tão eficiente e motivou tantas outras organizações a aplicarem em seus negócios que, em 1988, a empresa ganhou o Prêmio *Malcolm Baldrige* de excelência em qualidade (TRAD; MAXIMIANO, 2009).

A abordagem estatística e estratégica do Seis Sigma tem contribuído positivamente nas operações de serviços, na área de saúde, logística e financeira, não sendo exclusiva de processos de manufaturas (GEORGE, 2003; NARULA; GROVER, 2015; TJAHJONO *et al*, 2010; YADAV; DESAI, 2016).

A letra do alfabeto grego sigma (σ), em termos estatísticos, simboliza uma medida de variação de processos e serviços conhecida como desvio-padrão. De acordo com Trad e Maximiano (2009), quanto menor o desvio-padrão, mais otimizado será o processo pois

pequenas variações menores em relação a especificação de um processo contribuirão para diminuir erros e falhas. Dessa forma, o nível sigma atingido em determinado processo, determina o desempenho da empresa. O Seis Sigma de qualidade é o nível de qualidade em que 99,99966% dos produtos estejam dentro da especificação esperada, isto é, apenas 3,4 defeitos são esperados em cada 1 milhão de oportunidades (DOMINGUES; PACHECO, 2014).

A Tabela 1 representa a percentagem de rendimento e o número de defeitos de acordo com cada nível de escala Sigma.

Quadro 1 - Níveis de Sigma

Rendimento (%)	Escala Sigma	Defeitos(PPM)
30,9	1	691.462
69,2	2	308.000
93,3	3	66.800
99,4	4	6210
99,98	5	320
99,9997	6	3,4

Fonte: Usevinicius, 2004.

A distribuição de variáveis aleatórias que simboliza a concentração das frequências de uma amostra, em experimentos aleatórios, tenderá a ser o aspecto de uma curva em formato de sino e com característica simétrica de curva da normal (RODRIGUES, 2006).

Segundo Carvalho (2002), para que a escolha do projeto Seis Sigma seja relevante, deve ser avaliado o que é crítico para a qualidade, elemento chamado de CTQ (*Critical To Quality).* A seleção desse parâmetro considera o que é crítico para o mercado e quais os processos críticos a fim de assegurar uma precisa alocação de recursos na metodologia.

Os projetos estratégicos do Seis Sigma são conduzidos por equipes treinadas e especializadas na metodologia, de acordo com as seguintes classificações (WERKEMA, 2012):

- *White Belts*: trabalhadores de nível operacional que dão suporte aos *Black* e *Green Belts* no desenvolvimento dos projetos;
- *Yellow Belts*: trabalhadores com maior conhecimento do que os *White Belts*, atuam em nível de supervisão ao acompanhar o uso das ferramentas do Seis Sigma, além de também suportar os trabalhos dos *Green* e *Black Belts*;

- *Green Belts*: liderados pelos *Black Belts*, esses profissionais lideram projetos funcionais;
- *Black Belts*: profissionais com maior foco em projetos multifuncionais, exibem maior conhecimento de recursos do Seis Sigma e passa a ser mais exigido no desenvolvimento de competências comportamentais;
- *Master Black Belts*: mentores dos *Green* e *Black Belts*, além de assessores dos *Sponsors* e *Champions*;
- *Champions*: diretores e gerentes da empresa, esses profissionais apoiam o Seis Sigma e promovem o desenvolvimento dos projetos;
- *Sponsors*: principal executivo da empresa.

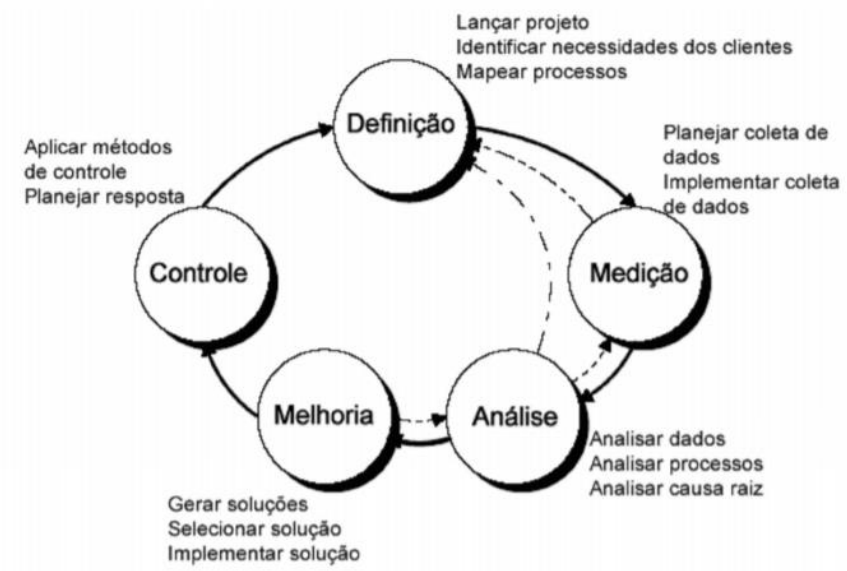
A equipe escolhida para um projeto Seis Sigma irá atuar no desenvolvimento de cinco fases em uma metodologia chamada DMAIC (TEIXEIRA; BORGES; TAVARES, 2014).

2.2.1 Metodologia DMAIC

A metodologia DMAIC é a base fundamental do Seis Sigma e evidência os passos a serem seguidos para a obtenção dos resultados na aplicação do projeto utilizando ferramentas quantitativas e qualitativas. A sigla DMAIC caracteriza as fases: *Define* - Definir, *Measure* - Medir, *Analyse* - Analisar, *Improve* - Melhorar e *Control* - Controlar e possui forte semelhança com as etapas: *Plan* - Planejar, *Do* - Fazer, *Check* - Checar, *Act* - Agir do ciclo PDCA (DOMINGUES; PACHECO, 2014).

A Figura 7 apresenta as principais atividades envolvidas em cada uma das fases do ciclo DMAIC.

Figura 7 - Ciclo de Melhoria DMAIC



Fonte: Eckes, 2001.

2.2.1.1 Definir (*Define*)

A identificação dos problemas e situações a serem melhoradas nos processos organizacionais, tanto na manufatura, quanto na prestação de serviços, é o foco dessa fase. As melhorias identificadas por meio da análise dos processos organizacionais devem ter como cerne o atendimento as necessidades dos clientes da organização (STAMATIS, 2004).

Entende-se por clientes da organização, todos aqueles afetados pela qualidade ruim de um produto ou serviço entregue, tais como os funcionários, departamentos internos e os consumidores finais. O ponto de vista do cliente é chave para o direcionamento das atividades que serão executadas na fase de definição. Saber quais são os parâmetros relevantes para o cliente são *inputs* de informações relevantes para o mapeamento dos processos. O tempo aceitável de entrega de um serviço ou produto, o significado de qualidade na visão do cliente e o serviço de atendimento, são exemplos de fatores importantes para os processos.

Nessa fase de *define*, os processos internos são mapeados a fim de identificar as entradas e saídas dos processos e como eles se relacionam com os outros processos da organização. Ademais, o mapeamento de processos permite identificar pontos de retrabalho, ações que não agregam valor ao produto e/ ou serviço final e as atividades que estão fora dos padrões de mercado (STAMATIS, 2004).

Das ferramentas utilizadas, destacam-se o SIPOC e o *Project Charter*. O SIPOC é um diagrama que possibilita melhor visualização do encadeamento dos processos envolvidos no escopo do projeto (ARRUDA; PIERRE, 2016). Esse termo é resultado das palavras em inglês *Suppliers* (Fornecedores), *Inputs* (Insumos), *Process* (Processo), *Outputs* (Produtos) e *Customers* (Consumidores) (WERKEMA, 2012).

Já no que se refere ao *Project Charter* ou Carta Projeto, de acordo com Arruda e Pierre (2016), é um documento que possui como finalidade, formalizar e documentar objetivos e responsabilidades que foram definidos. O título do projeto, a descrição e o histórico do problema, a meta definida, o escopo, a equipe que fará parte do projeto e o cronograma de atividades são alguns dos elementos presentes nessa ferramenta.

Para a escolha da meta, Campos (2012) explicita que ela deve possuir três componentes, o objetivo na qual se deseja alcançar, um prazo e o valor. Aspectos como as necessidades do cliente, os objetivos estratégicos da empresa ou a visão estratégica do gestor responsável por definir a meta podem ser considerados (CAMPOS, 2014).

Uma técnica usada para selecionar o valor da meta é o *benchmarking*. Definido inicialmente como uma das diretrizes do Prêmio *Malcolm Baldrige*, a técnica é utilizada com a finalidade de comparar características mensuráveis com a de outros agentes com melhores resultados para identificar lacunas e tomar ações adequadas para supera-las (RAJASHEKHARAIAH, 2016). Essa lacuna ou problema representa a diferença entre o desempenho atual e o desejado de uma determinada métrica avaliada (CAMPOS, 1992; PANDE; NEUMAN; CAVANAGH, 2000).

2.2.1.2 Medir (*Measure*)

A segunda etapa do método DMAIC representa a fase de planejamento do projeto. É nesse instante que o desempenho do processo é mensurado e utiliza-se ferramentas que permitirão identificar os problemas e a intensidade deles no processo (RODRIGUES, 2006).

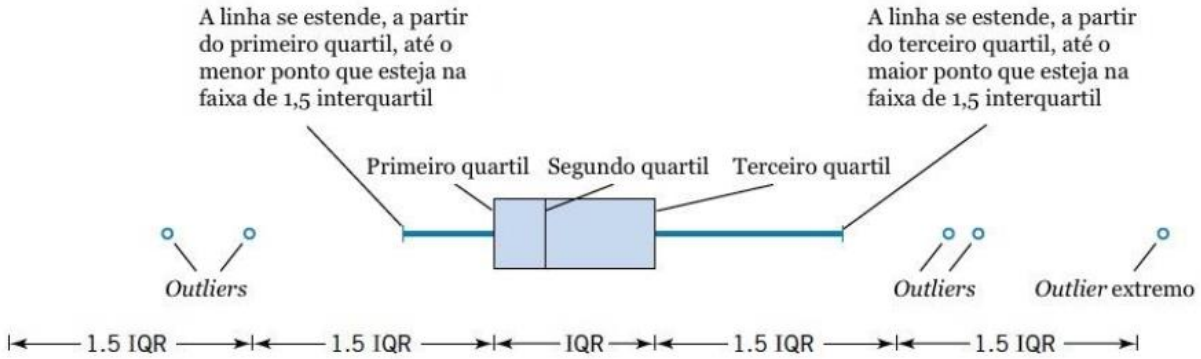
A coleta de dados na fase de medição é o ponto chave da metodologia DMAIC. Análises utilizando dados não confiáveis ou não validos, não irão refletir a realidade e trarão resultados inesperados.

Algumas ferramentas de medição são utilizadas para tratar os dados disponíveis e confiáveis. O gráfico de séries temporais é uma dessas ferramentas e representa um conjunto de dados plotados em um gráfico na ordem em que as observações ocorreram. Dessa forma, é

possível observar tendências, ciclos ou outras características difíceis de serem observadas sem o auxílio da ferramenta (MONTGOMERY; RUNGER, 2003).

Já o gráfico *boxplot* ou diagrama de caixa (Figura 8) possibilita a observação da dispersão de dados, além de proporcionar a visualização do desvio da simetria e a identificação dos pontos não esperados, os chamados *outliers* (MINITABa, 2020; MONTGOMERY; RUNGER, 2003). Outrossim, a ferramenta Histograma, contribui para análise da distribuição das medidas. Ao organizar as informações em distribuições de frequências (ou intervalos de classe), a impressão visual fornecida permite avaliar a tendência central dos dados e verificar, por exemplo, se os dados constituem uma distribuição normal (MONTGOMERY; RUNGER, 2003).

Figura 8 - Descrição de um *boxplot*



Fonte: Montgomery; Runger, 2003.

Ferramentas qualitativas também podem ser utilizadas para a condução de um projeto Seis Sigma. Algumas ferramentas como mapa do processo, *Brainstorming*, diagrama de causa e efeito e matriz de esforço e impacto possibilitam a obtenção de *insights* na resolução de problemas.

O mapa do processo expressa uma sucessão detalhada de informações operacionais e administrativas de um processo a fim de aferir os parâmetros que interferem no desempenho do sistema. Caracteriza-se por elementos de entrada, processamento e saída (RODRIGUES, 2004).

O *Brainstorming* (tempestade de ideias) constitui-se por uma reunião de profissionais com conhecimentos em certo assunto visando propor soluções para determinado problema através do compartilhamento de ideias sem limitações e livre de julgamentos (REIS *et al*, 2006).

A partir do *Brainstorming* podemos elaborar a matriz de esforço e impacto o que, segundo Rissi (2007), retrata um diagrama que permite pontuar as ideias de acordo com o impacto que cada proposta trará ao projeto e qual será o esforço exigido para que a ideia saia do papel.

Com a finalidade de identificar a causa raiz de um problema, faz-se o uso do diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama de peixe ou de *Ishikawa*. O problema aparece ao final de uma flecha horizontal e as causas são representadas pelas "espinhas", normalmente categorizadas em método, meio-ambiente, medida, mão-de-obra, máquina e matéria-prima (RUNHA, 2005).

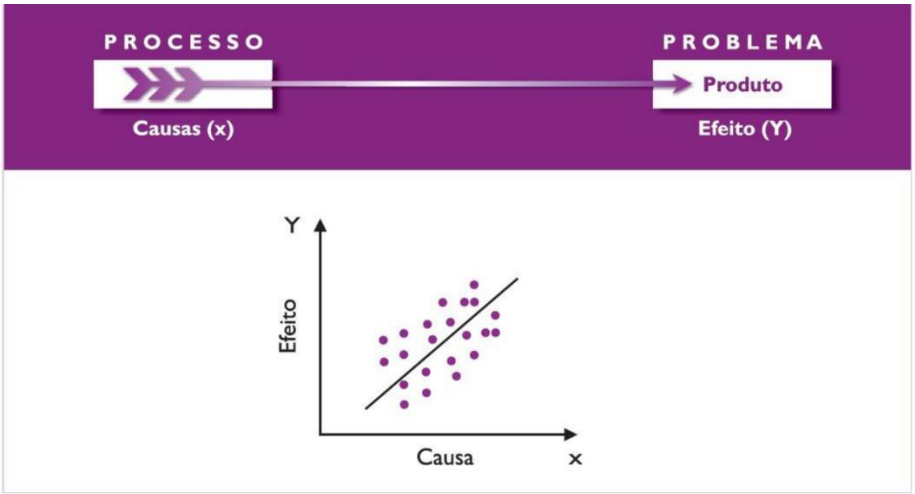
2.2.1.3 Analisar (*Analyse*)

Na etapa *Analyse*, o objetivo é a consolidação do plano de coleta de informações da fase anterior e das oportunidades de melhoria identificadas na fase de definição. Dessa forma, de posse das melhorias detectadas e das medições dos atuais processos, a equipe de trabalho poderá tirar conclusões sobre quais melhorias priorizar, verificar as reais necessidades de melhoria nos processos, identificar as origens dos problemas e especialmente, quais são os reais benefícios das melhorias identificadas (STAMATIS, 2004).

O teste de hipóteses é uma ferramenta frequentemente utilizada nessa fase. De acordo com Arruda e Pierre (2016), o objetivo é averiguar duas hipóteses divergentes a respeito de um parâmetro da população: a hipótese nula e a hipótese alternativa. Caso o p-valor do teste for abaixo do nível de significância, a hipótese que está sendo testada (hipótese nula) é rejeitada, e consequentemente, a hipótese alternativa é verdadeira. Da mesma maneira, se o p-valor for maior do que a hipótese nula, então esta não é rejeitada (MINITABb, 2020).

Ainda em relação as ferramentas utilizadas, o gráfico ou diagrama de dispersão (Figura 9) é utilizado para analisar quais fatores (chamados de "X") provocam variações no desempenho relativo ao problema (chamado de "Y") e de que forma essas variações acontecem (WERKEMA, 2012).

Figura 9 - Exemplo de um gráfico de dispersão



Fonte: Werkema, 2012.

2.2.1.4 Melhorar (*Improve*)

A etapa de melhoria tem por objetivo propor planos para eliminar os problemas que vão permitir a agregação de valor ao cliente e redução de custos (RODRIGUES, 2006).

Com os resultados da fase de análise, devem ser elaboradas propostas de solução às causas comprovadas. No entanto, nem sempre será aplicável todas as soluções disponibilizadas, sendo importante priorizar quais devem ser utilizadas (WERKEMA, 2012).

Nesse momento, torna-se fundamental utilizar um plano de ação para que as ideias possam ser realizadas. Uma ferramenta estruturada muito utilizada é o 5W2H (Figura 10), onde respostas a sete questionamentos nortearão o cumprimento das ações (REIS *et al*, 2016).

Figura 10 - O método 5W2H

Método dos 5W2H			
5W	What	O Que?	Que ação será executada?
	Who	Quem?	Quem irá executar/participar da ação?
	Where	Onde?	Onde será executada a ação?
	When	Quando?	Quando a ação será executada?
	Why	Por Quê?	Por que a ação será executada?
2H	How	Como?	Como será executada a ação?
	How much	Quanto custa?	Quanto custa para executa a ação?

Fonte: SEBRAE, 2008.

2.2.1.5 Controlar (*Control*)

Por fim, a etapa de controle possui como objetivo controlar os processos existentes, aplicar medições de monitoramento do andamento dos processos e prever ações corretivas. Deve-se oficializar melhorias por meio de modificações em sistemas, processos e estruturas, junto a um plano de controle para registro dos responsáveis, o que está sendo mensurado, parâmetros de desempenho e medidas corretivas aplicadas (STAMATIS, 2004).

Como maneira de acompanhar o desempenho do processo, as cartas ou gráficos de controle possibilitam a visualização da variabilidade de dados de uma amostra para monitorar se o processo está se comportando de maneira esperada ou se está fugindo de controle. Ao identificar um aspecto irregular no gráfico, cabe aos responsáveis tomarem as medidas para resolver o problema que está originando um efeito inesperado (MONTGOMERY; RUNGER, 2003).

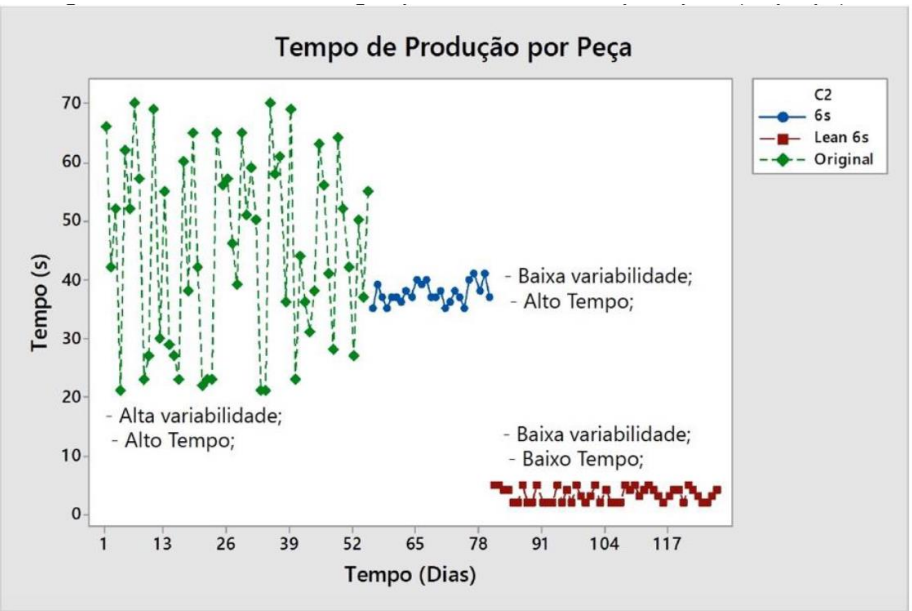
2.3 *LEAN SEIS SIGMA*

A integração da filosofia *Lean Thinking* com os princípios do Seis Sigma a fim de melhorar a performance e a lucratividade das organizações, além de solucionar problemas pertinentes à melhoria de processos e produtos, representou a formação de uma ampla estratégia gerencial (WERKEMA, 2012).

A junção do controle estático dos processos amplamente presente no Seis Sigma atrelado ao aumento da velocidade do processo ou redução do capital investimento provenientes da utilização das ferramentas do *Lean*, é o que traz importância para a combinação dos dois métodos (GEORGE, 2003). Dessa forma, a união de ambos em prol da gestão de processos irá possibilitar a junção de ferramentas estatísticas, análise de solução de problemas, evolução na velocidade dos processos e redução do tempo de espera (WERKEMA, 2011).

Em um exemplo de estudo de caso dado pela Voitto (2018), fica evidente a importância da associação entre as duas metodologias. Os pontos em forma de losango demonstram a alta variabilidade e o alto tempo na condição inicial de fabricação de determinada peça. Posteriormente a aplicação das técnicas do Seis Sigma, ocorreu uma drástica queda na variabilidade do tempo de produção, representados pelos pontos circulares. Por fim, com a aplicação dos conceitos do *Lean*, houve uma redução no tempo de produção das peças. Assim, tanto a variabilidade quanto o tempo foram reduzidos com a aplicação do *Lean Seis Sigma* (Figura 11).

Figura 11 - Uso do *Lean* Seis Sigma para a melhoria do tempo de produção por peça.



Fonte: Voitto, 2018.

Não existe um modelo ideal de integração das ferramentas, porém, Werkema (2011) cita a importância de as ferramentas serem utilizadas de acordo com a cultura de cada organização, atendendo os requisitos fundamentais das metodologias na busca por resultados esperados.

2.4 DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO *LEAN SEIS SIGMA*

Quando aplicado em organizações que nunca tiveram contato anterior com a metodologia, o *Lean* representa uma alteração de cultura, algo um pouco mais complicado de ser alcançado (WERKEMA, 2012). Entre os fatores, destacam-se as dúvidas da liderança quanto à aplicação dos conceitos, o ceticismo das pessoas e a inexistência de uma estrutura que mantenha a implementação dos princípios (JCR, 2016).

Ainda, no que tange ao *Lean Thinking*, a relutância quanto às mudanças, fraca comunicação, tendência de retornar aos procedimentos antigos, ausência de recursos (técnicos, financeiros e humanos) e a não articulação do método com as estratégias da organização são barreiras para a implantação (LUZES, 2013).

Segundo Antony (2012), o alto investimento é um dos pontos negativos que torna o modelo *Seis Sigma* não aplicável para pequenas e médias empresas. Outrossim, a falta de um modelo padrão de implantação aliado a necessidade de um compromisso contínuo e sustentável

a fim de atingir os ideais de qualidade estabelecidos e a mudança de cultura dos empregados são fatores desfavoráveis a execução.

Teixeira, Borges e Tavares (2014) adicionam aos desafios citados anteriormente o fato de que a adoção da integração *Lean Seis Sigma* pode revelar fatos previamente desconhecidos, gerando desconforto em todos os níveis de liderança em razão da fragilidade das crenças e da cultura organizacional existente.

Apesar dos benefícios do *Lean* serem inegáveis, Toussaint e Gerard (2010) expressam que o maior desafio em um ambiente de melhoria contínua é sustentar o ganho dos resultados obtidos nos locais onde as ferramentas foram aplicadas com sucesso, o que demanda comprometimento de todos os envolvidos depois que as mudanças foram realizadas.

Existem diversos estudos que detectam inúmeros fatores que afetam o desempenho da melhoria contínua em uma organização. Segundo Oprime *et* al (2010), alguns deles são os aspectos culturais e paradigmas vigentes; a organização dos grupos que buscam as melhorias; a governança desses grupos; o conhecimento e domínio de técnicas e ferramentas para identificar e solucionar problemas e, o sistema de informação para contribuir no planejamento e controle das atividades das equipes de melhoria contínua.

Os autores ressaltam, também, que a habilidade para identificar e resolver problemas é um valor fundamental para o êxito do programa de melhoria contínua e, para tanto, boa comunicação, habilidade de trabalhar em coletivo e confiança são pontos chaves para a cooperação das equipes.

Os líderes possuem papel essencial no desenvolvimento das equipes de melhoria, pois atuam diretamente na criação de metas e rotinas que possibilitam a atuação desses grupos. Segundo Oprime *et* al (2010), a participação da liderança é considerada tanto como facilitador quanto como inibidor na implementação de metodologias de melhoria, visto que pode inibir com uma cobrança excessiva ou acabar não estimulando com uma falta de priorização, identificação e apoio ao programa.

Por fim, Bechet, Wainwright e Bance (2000) e Bond (1999) destacam a importância de sistemas de informação para facilitar a coleta e análise de dados de processo e produto, o que ocasionalmente gera dificuldade de entendimento de procedimento e de buscar soluções que sejam aplicáveis, e ressalta também a criação de indicadores de desempenho que facilitem e apoiem as atividades dos grupos de melhoria, como forma de incentivo e controle de programa.

3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Este capítulo tem por objetivo caracterizar os protocolos utilizados na elaboração da pesquisa, assim como os procedimento metodológicos utilizados para elaboração, aplicação e análise dos questionários para obtenção dos resultados que foram analisados adiante.

3.1 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE PESQUISA

Os dados apresentados neste trabalho são resultados de um levantamento cujo objetivo é investigar os desafios da implantação e implementação da metodologia *Lean Seis Sigma* nas organizações.

Apoiado em Mattar (1996), foi definido como instrumento para a coleta de dados, um questionário, devido a viabilidade de otimizar o tempo de resposta, possibilitar aplicação simultânea em determinada quantidade de organizações e atingir grande abrangência territorial, assegurando sigilo e privacidade aos respondentes.

O questionário foi enviado inicialmente para alguns gestores que, por sua vez, indicaram novos participantes e assim, sucessivamente. O tipo de amostra empregada nesta atividade é caracterizado como uma amostra não aleatória intencional, uma vez que neste tipo de amostra (não probabilística *snowball*) a escolha dos possíveis elementos da população que compõem a amostra depende, em partes, do julgamento do pesquisador (MATTAR, 1996).

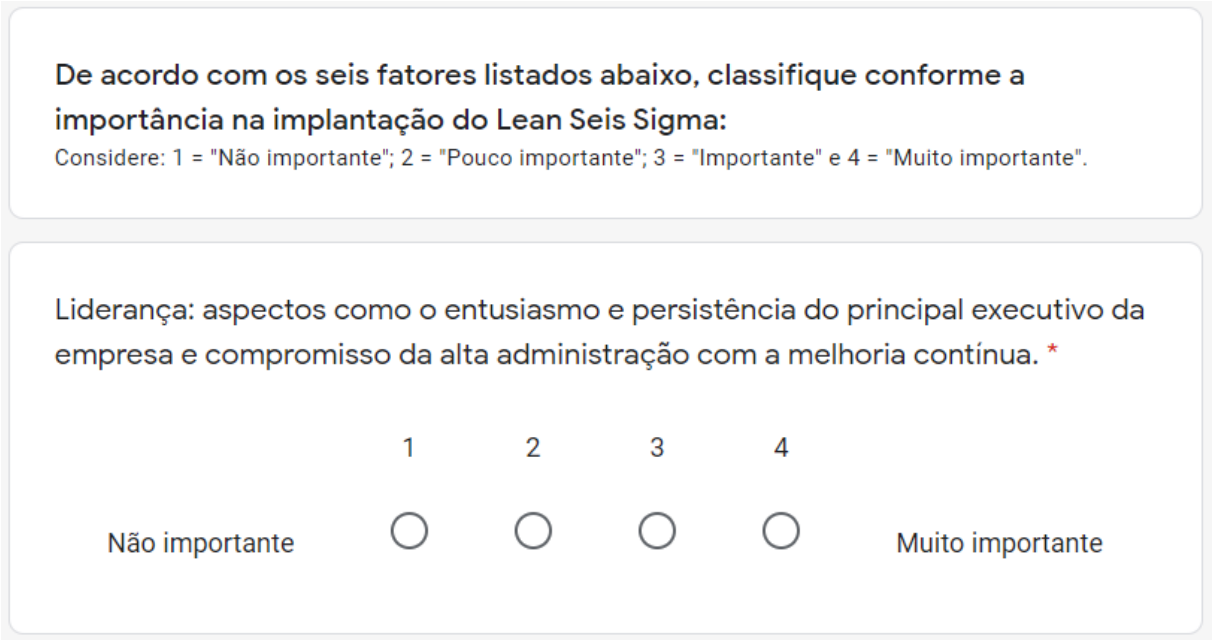
Ademais, considerando o objetivo da presente pesquisa de compreender os desafios da implantação e implementação da metodologia *Lean Seis Sigma* nas organizações, a amostra não é probabilística, sobretudo em virtude da dimensão pretendida e da limitação de recursos financeiros pela viabilidade operacional requerida para obtenção de resultados satisfatórios, segundo Aeker *et al* (1995), em um levantamento dessa natureza. Cabe, ainda, destacar que o trabalho não teve como objetivo identificar quais empresas são usuárias do programa *Lean Seis Sigma*, aspirando identificar a representatividade de empresas que operam no país em relação ao total de empresas, mas sim obter um panorama das empresas que tentaram ou adotaram a estrutura. Posto isso, a população é alvo intencional sem, pois, necessitar de cálculo de tamanho da amostra e margem de erro, não objetivando a extrapolação do resultado para todo o universo de empresas usuárias da metodologia.

O questionário foi elaborado através do aplicativo de gerenciamento de pesquisas da Google (Google *Forms*), a fim de facilitar a coleta de informações visto que permite uma distribuição *online* através do compartilhamento do *link*.

A mensuração (ou medição) é estabelecida como atribuição de símbolos, preferencialmente numéricos, à propriedade dos objetos que se deseja medir. Estes símbolos são orientados a quantificar ou classificar determinadas características. Assim, por relacionar alguns aspectos da realidade com esses sistemas simbólicos, a medição é um processo de representação (JUNIOR; COSTA, 2014).

O modelo de mensuração mais aplicado e discutido dentre os pesquisadores foi elaborado por Rensis Likert (1932) para medir atitudes no contexto das ciências comportamentais. A escala de verificação de Likert consiste em tomar um construto e desenvolver um conjunto de afirmações relacionadas à sua definição, para as quais os respondentes relativizarão seu grau de concordância. A Figura12 mostra um exemplo desta escala de grau de concordância de um dos fatores chave para implantação da metodologia *Lean Seis Sigma* utilizado no formulário.

Figura 12: Exemplo de escala de Likert utilizada no questionário.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A grande vantagem da escala de Likert é sua facilidade de manuseio, pois é fácil para quem está respondendo emitir um grau de concordância sobre uma afirmação qualquer.

Adicionalmente, a confirmação de consistência psicométrica nas métricas que utilizaram esta escala contribuiu positivamente para sua aplicação nas mais diversas pesquisas (COSTA, 2011).

Além disso, foi realizada uma entrevista semiestruturada, onde os informantes têm a possibilidade de discorrer sobre suas experiências, a partir do foco principal proposto pelo pesquisador, permitindo respostas livres e espontâneas dos entrevistados. As questões elaboradas para a entrevista levaram em conta o embasamento teórico da investigação e as informações que o pesquisador recolheu sobre o fenômeno social.

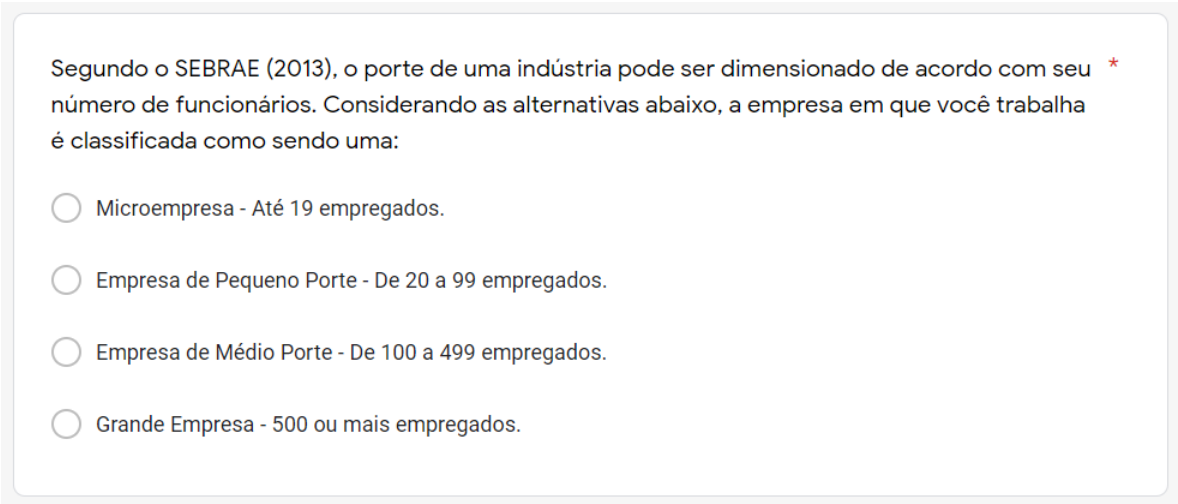
3.1.1 Elaboração do questionário

Foi desenvolvido um questionário no qual o respondente possui conhecimento prévio dos objetivos da pesquisa, sendo classificado, conforme Marconi e Lakatos (1996), como estruturado não disfarçado. Após breve introdução, foram elaboradas questões, preferencialmente, fechadas, a fim de facilitar as respostas e a tabulação.

O estudo apresentado foi planejado em três estágios. O primeiro estágio foi compreender quais as características gerais das empresas, englobando aspectos geográficos, porte e setor.

Para classificação do porte da organização foi utilizado a classificação do SEBRAE (2013).

Figura 13: Pergunta de classificação do porte da organização no questionário.

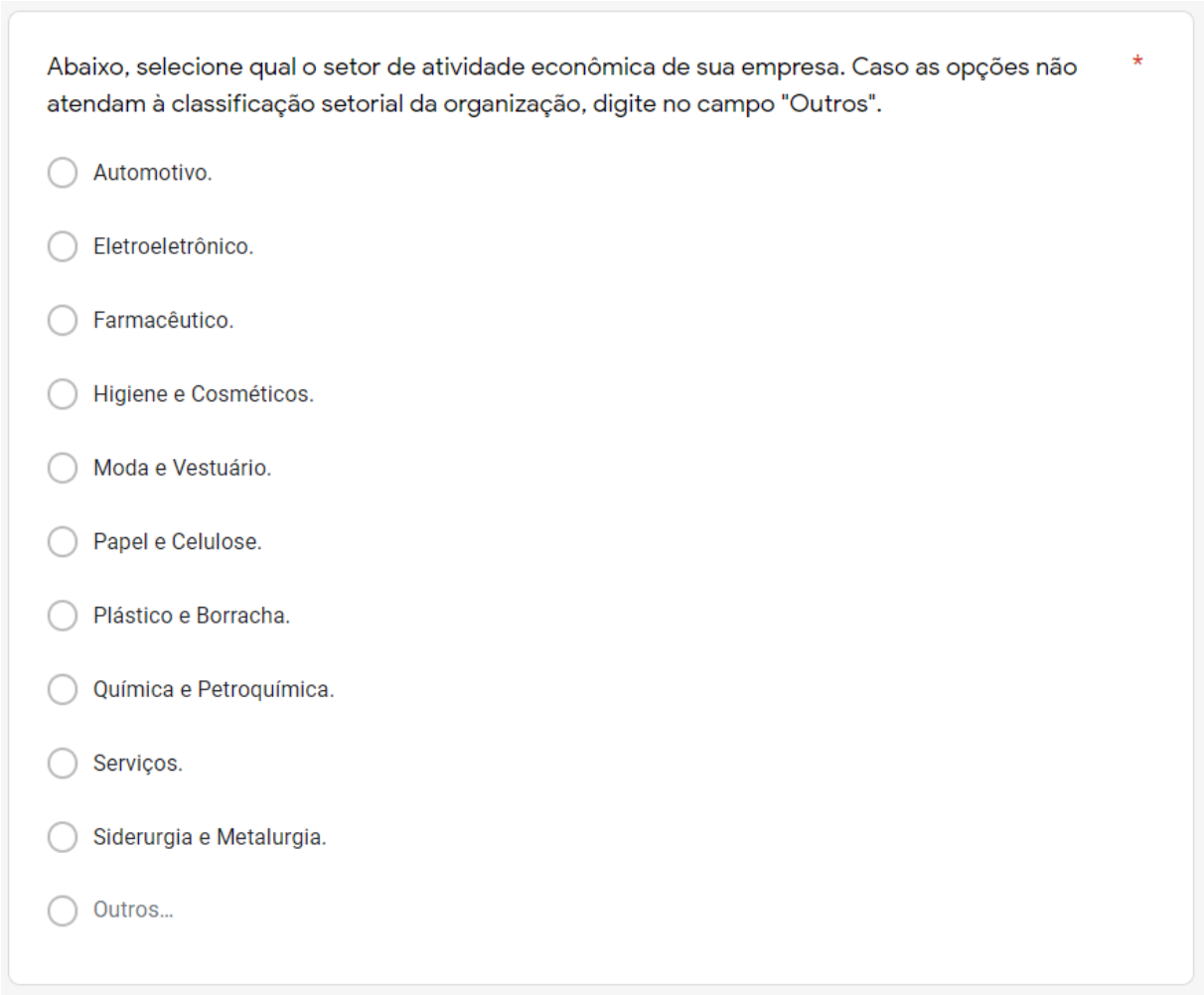

Segundo o SEBRAE (2013), o porte de uma indústria pode ser dimensionado de acordo com seu número de funcionários. Considerando as alternativas abaixo, a empresa em que você trabalha é classificada como sendo uma: *

- Microempresa - Até 19 empregados.
- Empresa de Pequeno Porte - De 20 a 99 empregados.
- Empresa de Médio Porte - De 100 a 499 empregados.
- Grande Empresa - 500 ou mais empregados.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Já quanto a classificação setorial, seguiu-se o critério da revista Exame (2005).

Figura 14: Pergunta de classificação setorial da organização no questionário.

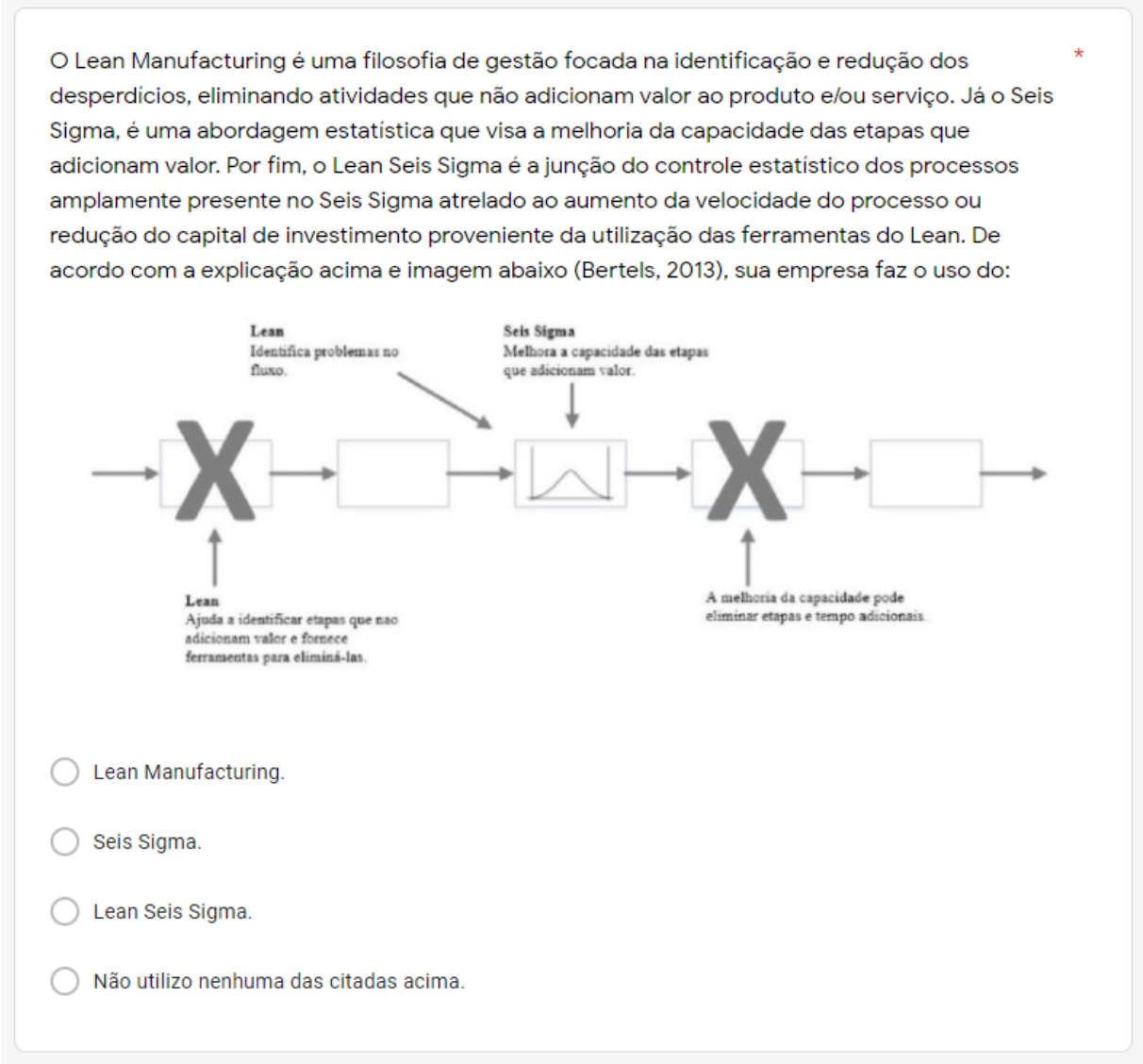

Abaixo, selecione qual o setor de atividade econômica de sua empresa. Caso as opções não atendam à classificação setorial da organização, digite no campo "Outros". *

- Automotivo.
- Eletroeletrônico.
- Farmacêutico.
- Higiene e Cosméticos.
- Moda e Vestuário.
- Papel e Celulose.
- Plástico e Borracha.
- Química e Petroquímica.
- Serviços.
- Siderurgia e Metalurgia.
- Outros...

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

O segundo estágio teve como finalidade entender qual a metodologia utilizada, atualmente, na organização em que o respondente trabalha, podendo selecionar *Lean Manufacturing*, *Seis Sigma*, *Lean Seis Sigma* ou nenhuma das citadas. Foi feita uma breve descrição do conceito, de forma a uniformizar o entendimento por parte dos respondentes, conforme pode ser visualizado na Figura 15.

Figura 15: Pergunta sobre a metodologia utilizada.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

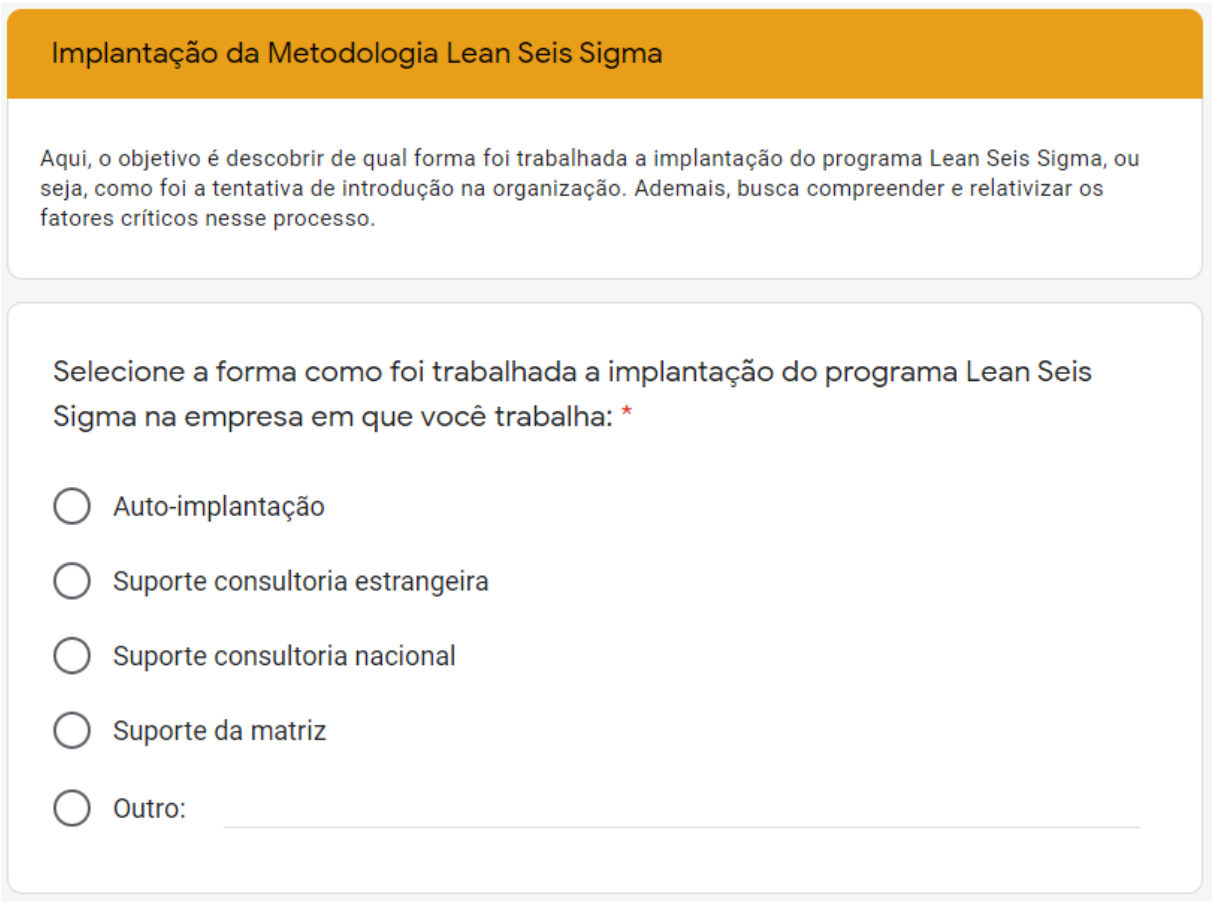
Por fim, o terceiro estágio, envolveu perguntas relativas ao histórico do programa na organização; identificação de técnicas, métodos e ferramentas utilizadas em organizações que aplicam as metodologias, planejamento para implantação do *Lean Seis Sigma* e fatores chave na implantação e implementação da metodologia.

Caso o gestor selecionasse a opção “Não utilizo nenhuma das citadas acima”, antes do encerramento da pesquisa, uma nova pergunta questionando se há alguma metodologia de auxílio aos gestores para redução de atividades que não agregam valor e melhoria da capacidade dos processos é utilizada na organização.

Com a escolha de uma das três metodologias, outras perguntas eram expostas. Primeiramente, o respondente selecionava, de acordo com a metodologia utilizada em sua organização, quais são as técnicas e ferramentas mais utilizadas.

Selecionando as opções "*Lean Manufacturing*" ou *"Seis Sigma"*, o gestor foi questionado se já foi feita a tentativa de implantação do programa *Lean Seis Sigma*. Caso a resposta fosse negativa, o respondente era solicitado a levantar os motivos pela não opção de implantação da metodologia. Já se o retorno fosse positivo, novas perguntas para entendimento da forma que foi conduzida a tentativa de implantação da metodologia era exibida.

Figura 16: Pergunta sobre a forma com que foi trabalhada a tentativa de implantação da metodologia.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Ademais, foi solicitado ao respondente que relativizasse seis aspectos principais, baseado na escala de Likert (Figura 12), sendo eles: i. Liderança; ii. Treinamento, iii. Processo Gerencial, iv. Perfil dos Black Belts, v. Equipes de Projetos e vi. Iniciativas Prévias.

Por fim, foi solicitado ao respondente que classificasse em ordem de importância os fatores críticos para implantação da metodologia (Figura 17).

Figura 17: Classificação dos fatores críticos para implantação.

Classifique, em ordem de importância, os fatores críticos para implantação da metodologia Lean Seis Sigma:

Exemplo: 1º - Treinamento; 2º - Iniciativas Prévias; 3º - Liderança; 4º - Processos Gerenciais; 5º - Equipes de Projetos; 6º - Perfil dos Black Belts.

*

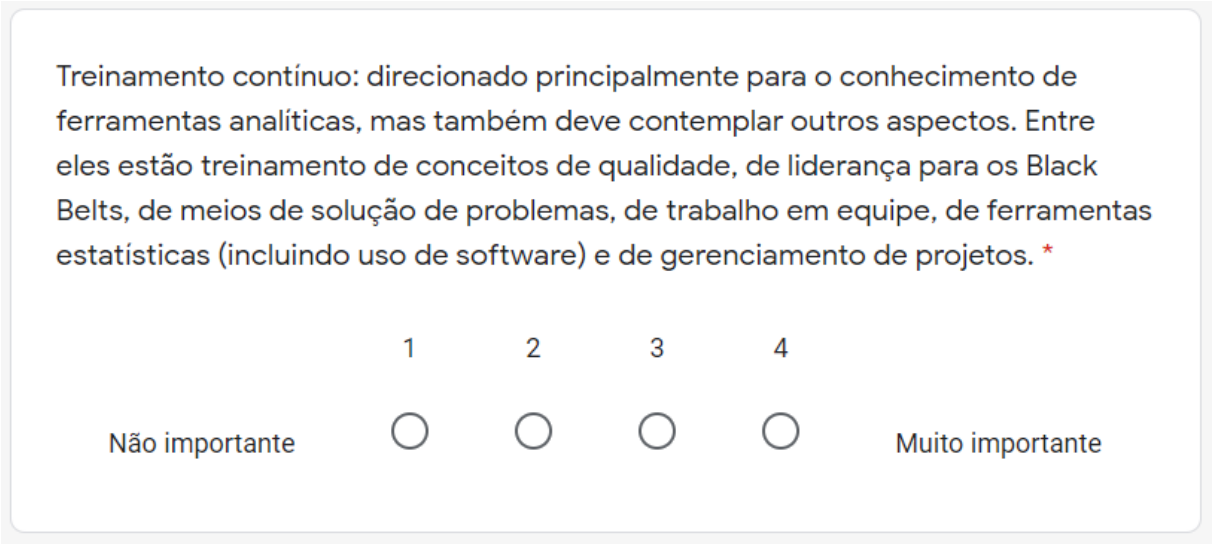
	Liderança	Treinamento	Processo Gerencial	Perfil dos Black Belts	Equipes de Projetos	Iniciativas Prévias
1º	○	○	○	○	○	○
2º	○	○	○	○	○	○
3º	○	○	○	○	○	○
4º	○	○	○	○	○	○
5º	○	○	○	○	○	○
6º	○	○	○	○	○	○

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Selecionando a opção *"Lean Seis Sigma"*, além das questões a respeito da implantação expostas acima, como forma com que foi trabalhada, relativização dos fatores críticos e da classificação por ordem de importância, foi solicitado ao respondente que relativizasse e classificasse os fatores críticos quanto à implementação da metodologia.

Foram expostos oito fatores críticos, sendo eles: i. Liderança; ii. Projetos, iii. Treinamento Contínuo, iv. Comunicação e Revisão, v. Processo Gerencial, vi. Perfil dos Black Belts, vii. Equipes de Projetos e viii. Atualização dos KPI's.

Figura 18: Exemplo de relativização de fator crítico de implementação utilizando escala Likert.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

3.1.2. Elaboração da entrevista semiestruturada

A entrevista é um processo de interação social, onde o entrevistador possui a finalidade de obter informações do entrevistado, por meio de um roteiro contendo tópicos em torno de uma problemática central (HAGUETTE, 1995).

Para Minayo (1994), a entrevista privilegia a obtenção de informações por meio da fala individual, a qual revela condições estruturais, sistemas de valores, normas e símbolos e transmite, através de um porta-voz, representações de determinados grupos.

As entrevistas foram realizadas por meio de vídeo chamadas previamente agendadas. No momento de marcar a entrevista, foi explicado sua finalidade e que seu conteúdo seria acerca dos desafios da implantação e implementação da metodologia *Lean Seis Sigma* nas organizações. Foi entrevistado um líder do setor de qualidade de uma grande montadora de automóveis e um consultor de formação de *Belts* em *Lean Seis Sigma*.

Os roteiros utilizados para a realização das entrevistas foram elaborados com base na observação das respostas do questionário e bibliografia existente. As entrevistas contêm questões sobre atributos das organizações usuárias da metodologia, características dos

estudantes de *Lean Seis Sigma*, ferramentas utilizadas, bem como fatores chave para o êxito na inserção e manutenção da estrutura na companhia. Esses roteiros serviram para dar início à entrevista, não sendo seguidos rigidamente, visto que, conforme o entrevistado colocava suas ideias, as perguntas iam sendo introduzidas.

Considerando que não é possível reduzir a realidade à concepção de um grupo menor de pessoas, a entrevista foi utilizada para complementar e fazer o contraponto com os dados obtidos por meio do questionário.

4. ANÁLISES E RESULTADOS

Com a aplicação dos questionários como descrito no capítulo anterior, tornou-se possível compilar os dados e gerar uma análise para obtenção de uma resposta aos desafios da implantação e implementação da metodologia *Lean Seis Sigma*. Além disso, foi possível estabelecer um relacionamento entre as informações coletadas via pesquisa com as percepções adquiridas por meio da entrevista. Neste capítulo são apresentados os resultados e a análise dos dados obtidos.

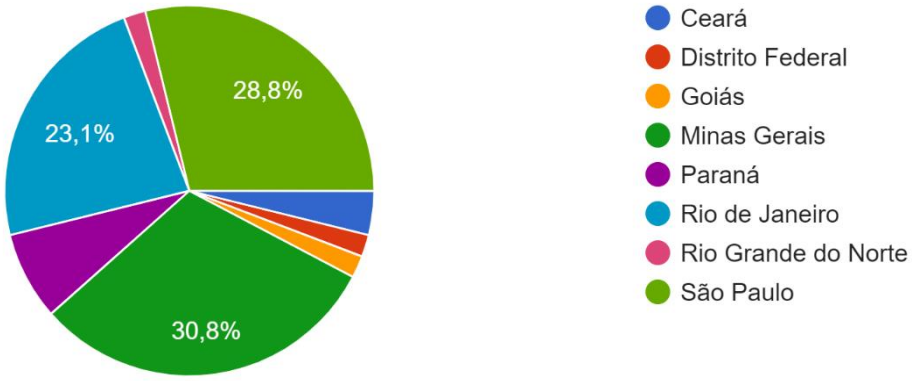
4.1 RESULTADOS ALCANÇADOS

A pesquisa foi aplicada no período de janeiro a março de 2021 e recebeu o total de 52 respostas.

O primeiro estágio do questionário, que busca compreender aspectos gerais da organização, foi dividido em três perguntas.

A primeira questão identifica a localização da empresa que o respondente trabalha, onde 30,8% são localizadas em Minas Gerais, 28,8% são localizadas no estado de São Paulo, 23,1% são localizadas no estado do Rio de Janeiro e os 17,3% restantes são distribuídos entre estados do Nordeste, Centro-Oeste e Sul do Brasil.

Figura 19: Distribuição geográfica das empresas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

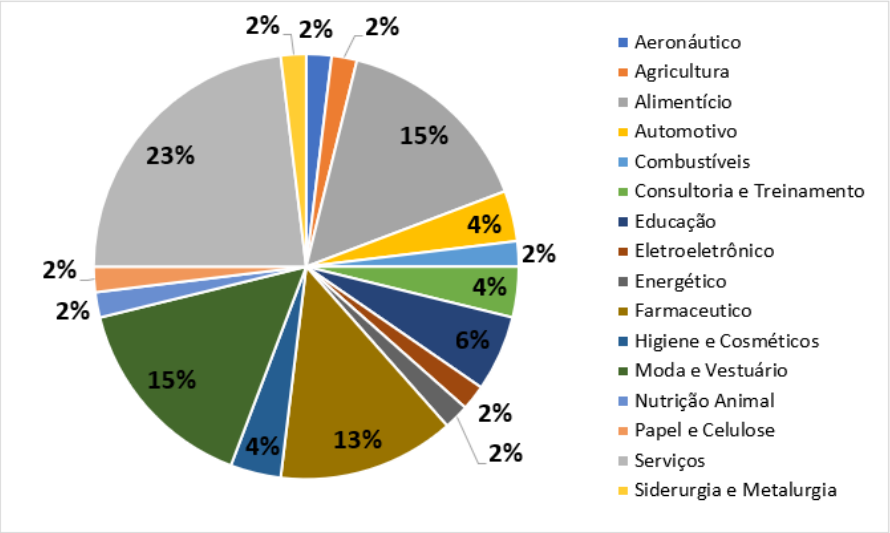
A segunda pergunta teve como finalidade identificar o porte das empresas de acordo com o número de funcionários, onde 29 dos 52 respondentes (55,8%) disseram trabalhar em uma organização de Grande Porte (500 ou mais funcionários), 13,5% trabalham em uma

companhia de Médio Porte (de 100 a 499 funcionários), 15,4% são profissionais atuantes em empresas de Pequeno Porte (de 20 a 99 empregados) e, finalmente, 15,4% exercem sua profissão em uma Microempresa (até 19 empregados).

Ademais, vale destacar que dos 29 respondentes que trabalham em uma empresa de Grande Porte, 23 (79,3%) disseram, no segundo estágio da pesquisa, utilizar o *Lean Seis Sigma* e apenas 6 (20,7%) disseram utilizar *Lean Manufacturing* ou não utilizar nenhuma das metodologias.

Encerrando as perguntas relativas a esse primeiro estágio, foi solicitado aos respondentes que classificassem as empresas em que trabalham de acordo com o setor. Dessa forma, os setores que mais se destacaram foram serviços (23,08%), alimentício (15,38%), moda e vestuário (15,38%) e farmacêutico (13,46%).

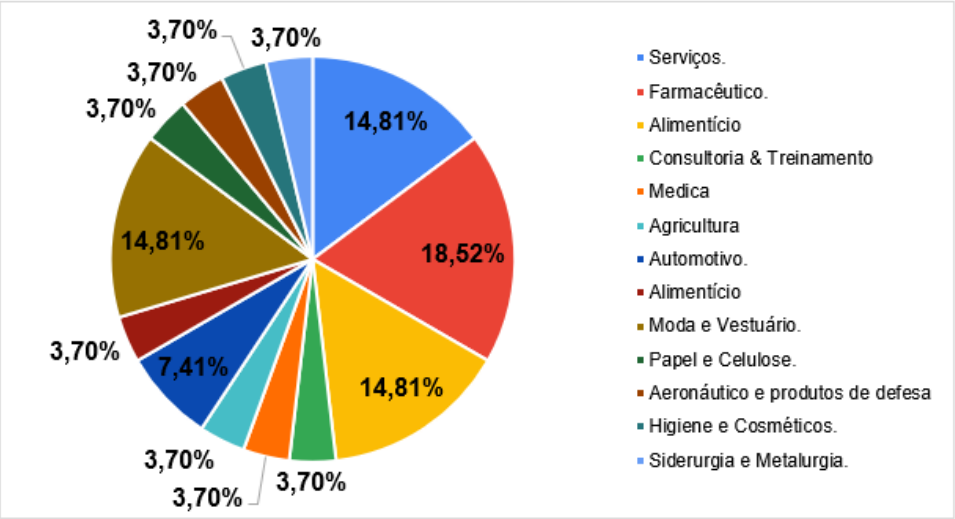
Figura 20: Distribuição setorial das empresas da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Porém, se considerarmos somente a distribuição setorial dos respondentes que disseram, em um estágio mais avançado da pesquisa, serem usuários da metodologia *Lean Seis Sigma*, os setores farmacêutico (18,52%) e automotivo (7,41%) aumentam sua participação em relação ao gráfico anterior.

Figura 21: Distribuição setorial das empresas que utilizam o *Lean Seis Sigma*.

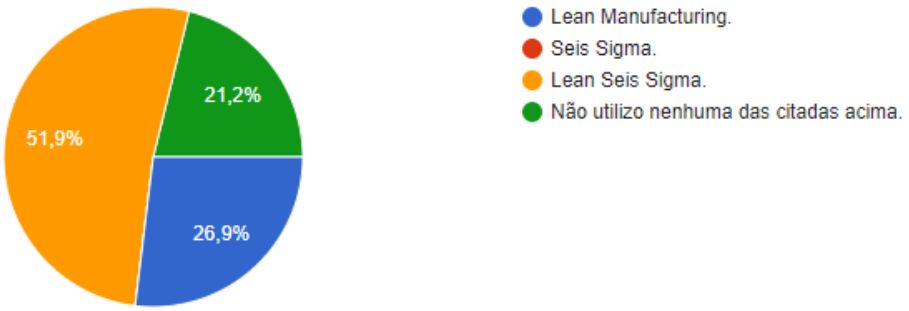


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

O segundo estágio, que visava compreender qual a metodologia atualmente utilizada na empresa do respondente, identificou que 51,9% das organizações faz uso do *Lean Seis Sigma*, 26,9% faz uso do *Lean Manufacturing*, 21,2% não utiliza nenhuma das metodologias citadas e nenhum dos respondentes utilizam somente o *Seis Sigma.*

Cabe, ainda, ressaltar que dos 14 respondentes (26,9%) que disseram fazer uso do *Lean Manufacturing*, apenas 1 disse ter feito a tentativa de implantação do *Lean Seis Sigma.* Alguns dos argumentos para a não tentativa de implantação foram: “Falta de conhecimento e profissionais qualificados” e “Entendemos que a prioridade é uma real aplicação da filosofia *Lean* e com o aumento de produção a níveis maiores será utilizado o *Lean Seis Sigma* para combater a variabilidade.”

Figura 22: Metodologia atualmente utilizada pelas empresas.

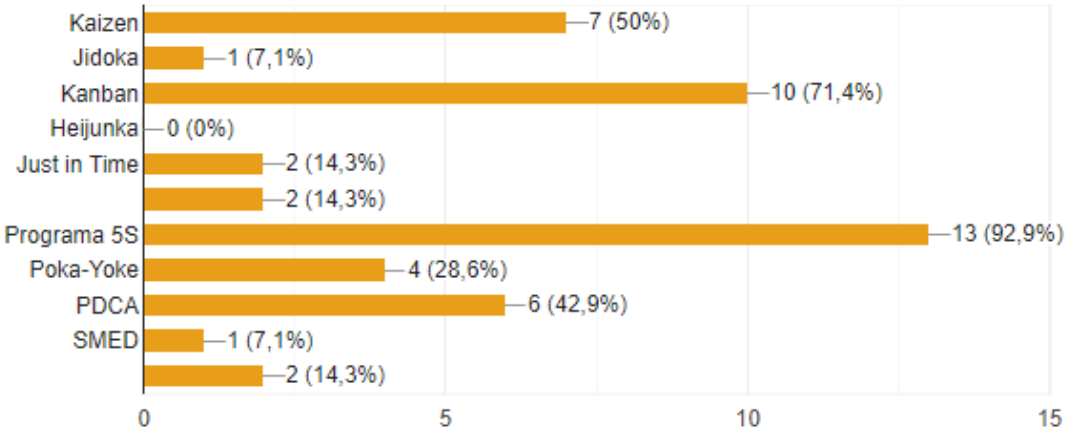


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Finalmente, quanto ao terceiro estágio, utilizado para entender os históricos dos programas nas organizações, foram realizadas perguntas de acordo com a metodologia utilizada na organização.

Para os 14 (26,9%) que disseram utilizar somente o *Lean Manufacturing*, as práticas do programa 5S (92,9%) e Kanban (71,4%) são as mais utilizadas.

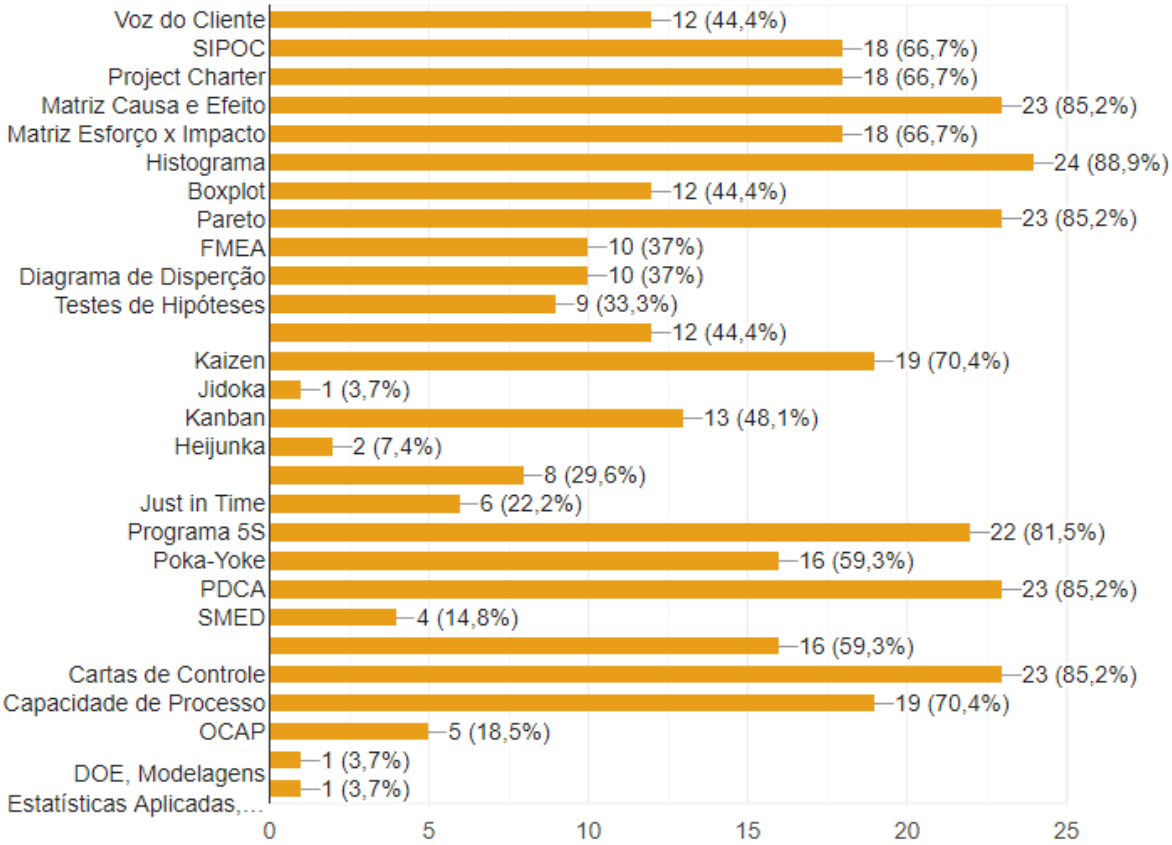
Figura 23: Técnicas e Ferramentas mais utilizadas pelos adotantes do *Lean Manufacturing*.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Para a maioria dos respondentes, os 51,9% que sinalizaram utilizar o *Lean Seis Sigma*, também foi solicitado para que apontassem quais as técnicas e ferramentas mais utilizadas. Destacaram-se Histograma (88,9%), Matriz Causa e Efeito (85,2%), Pareto (85,2%), PDCA (85,2%) e Cartas de Controle (85,2%).

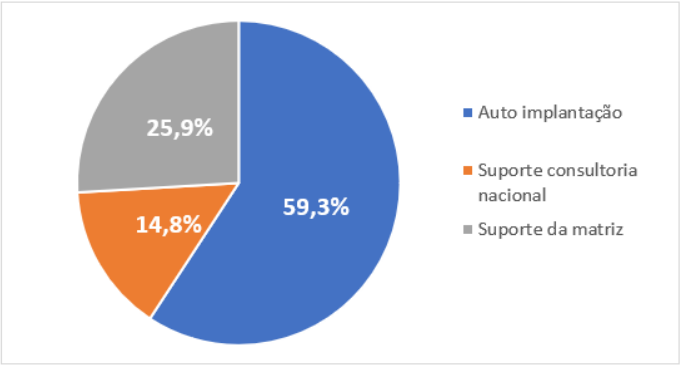
Figura 24: Técnicas e Ferramentas mais utilizadas pelos adotantes do *Lean Seis Sigma.*



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Outrossim, em outra pergunta voltada para aspectos de implantação da metodologia *Lean Seis Sigma* destacou-se a auto implantação (59,3%) como a forma de inserção da metodologia na organização, seguido por suporte da matriz (25,9%), suporte de consultoria nacional (14,8%).

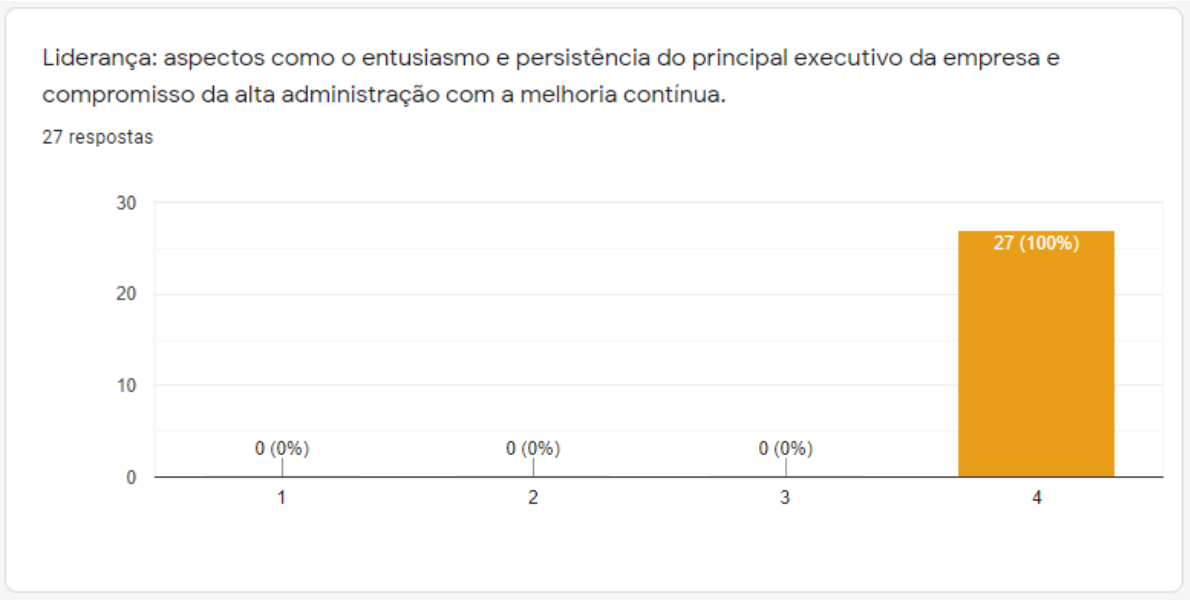
Figura 25: Forma de implantação das empresas adotantes do *Lean Seis Sigma.*



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

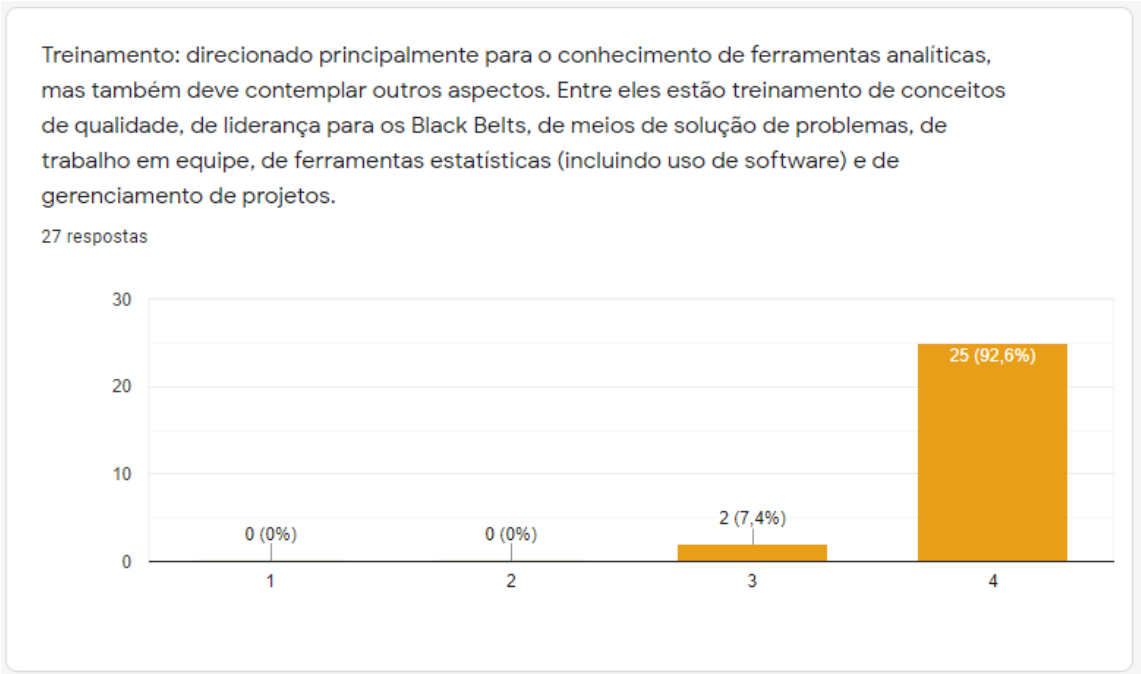
Em relação a pergunta que buscava a relativização de fatores críticos relacionados a implantação do *Lean Seis Sigma* e considerando 1 = “Não importante”; 2 = “Pouco importante”; 3 = “Importante” e 4 = “Muito importante”, tivemos os seguintes resultados:

Figura 26: Relativização do fator crítico Liderança na implantação do *Lean Seis Sigma*.



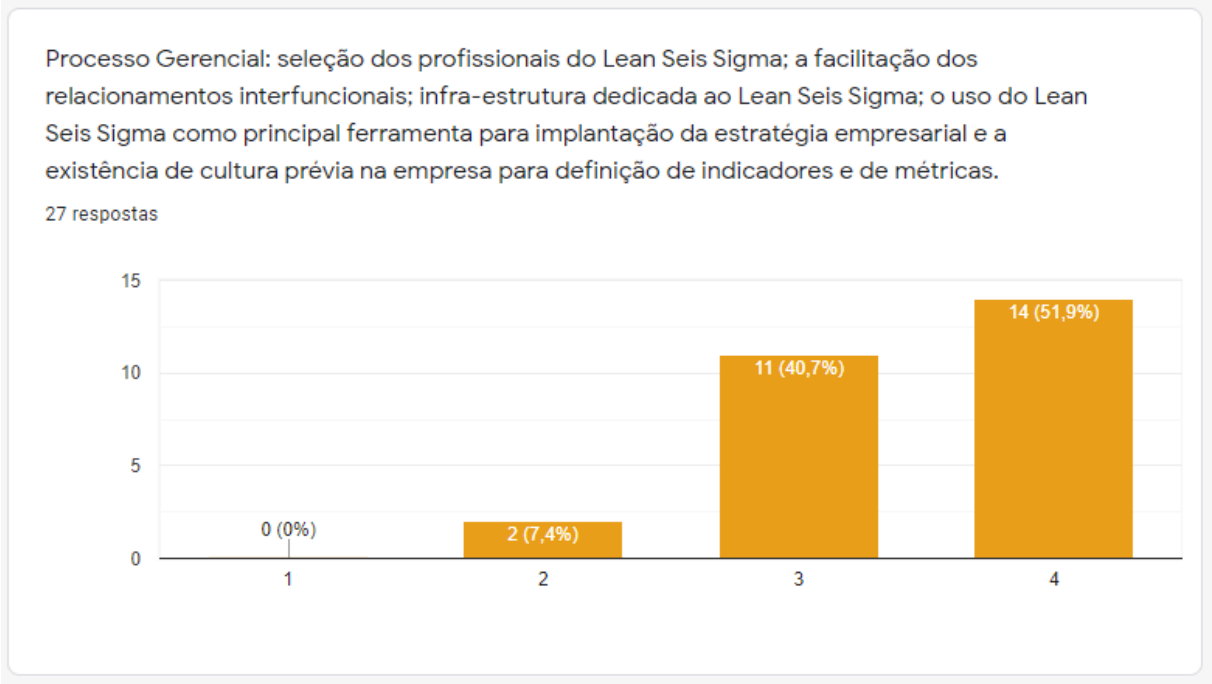
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 27: Relativização do fator crítico Treinamento na implantação do *Lean Seis Sigma*.



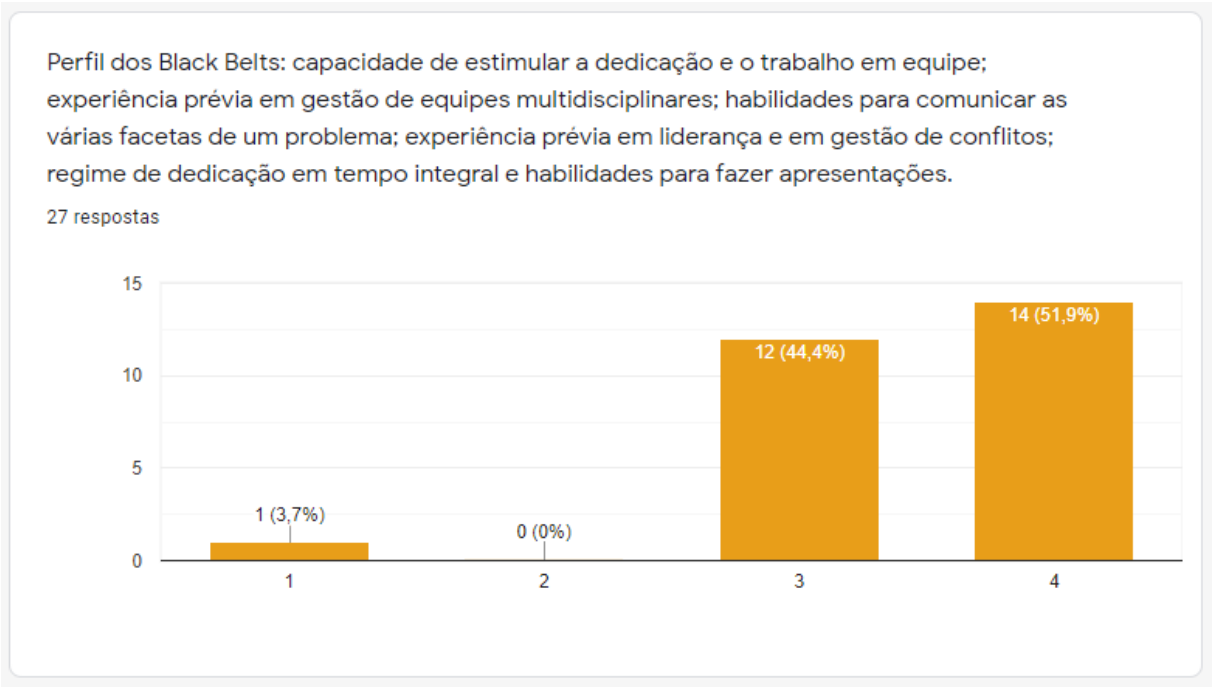
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 28: Relativização do fator crítico Processo Gerencial na implantação do *Lean Seis Sigma*.



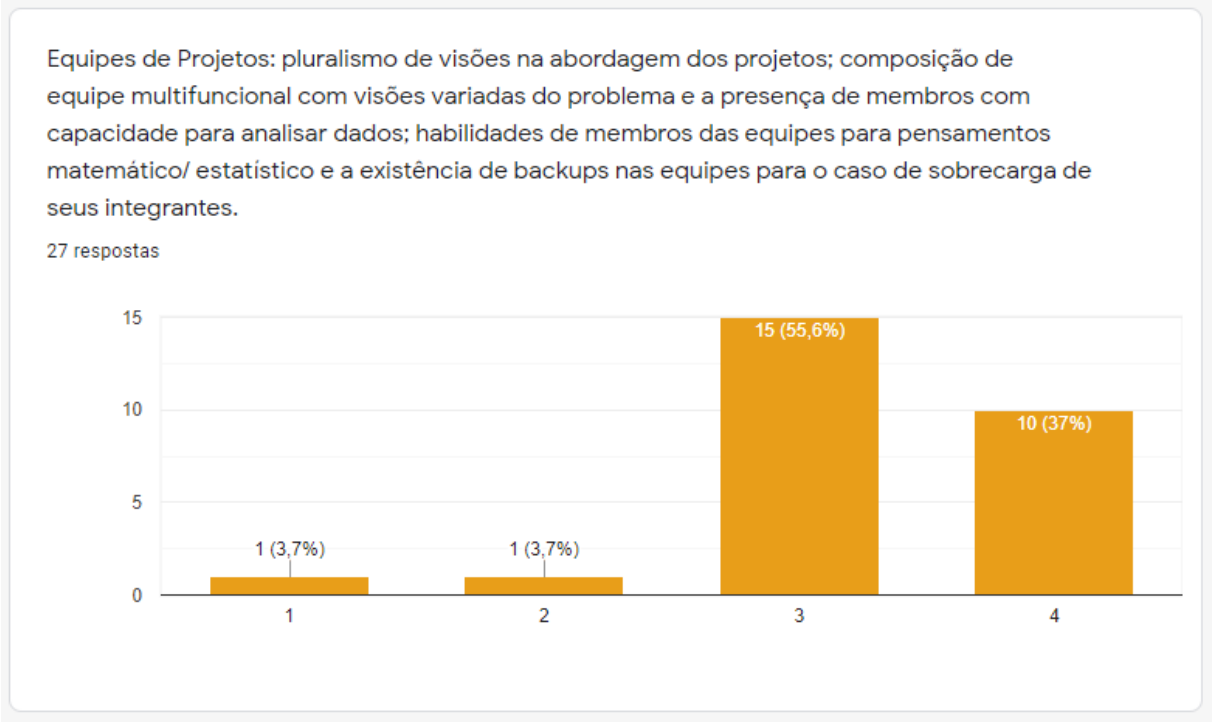
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 29: Relativização do fator crítico Perfil dos *Black Belts* na implantação do *Lean Seis Sigma*.



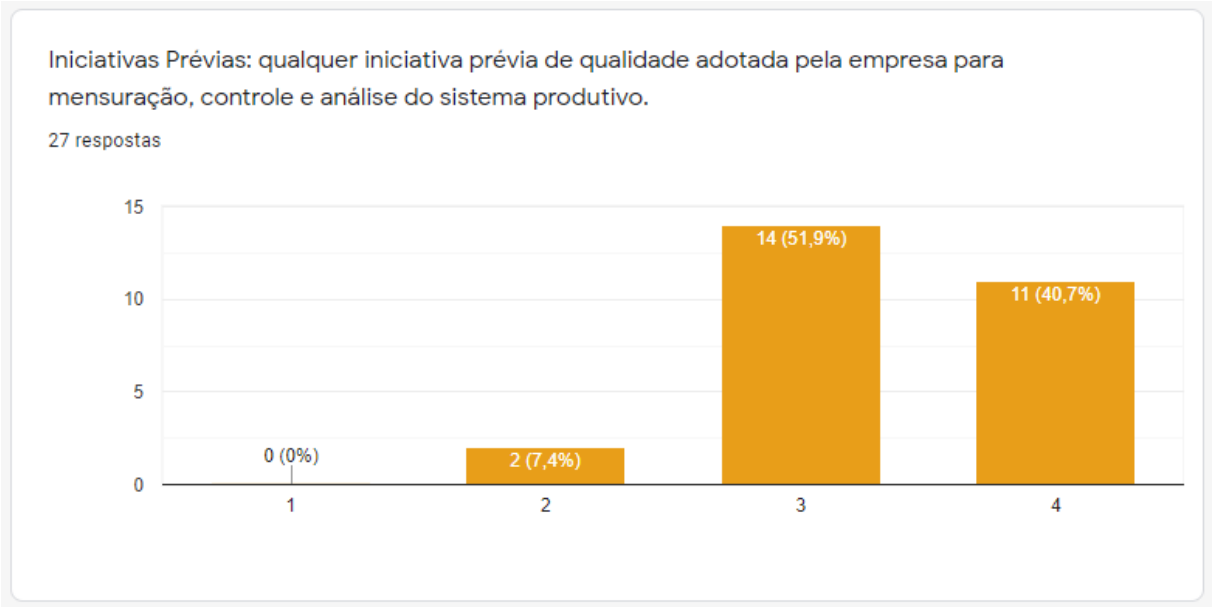
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 30: Relativização do fator crítico Equipes de Projetos na implantação do *Lean Seis Sigma*.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 31: Relativização do fator crítico Iniciativas Prévias na implantação do *Lean Seis Sigma*.

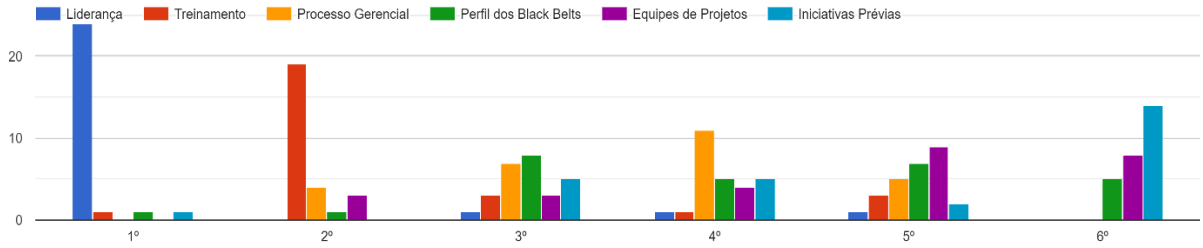


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Após relativizar, os respondentes classificaram, em ordem de importância, os fatores críticos de implantação da metodologia.

O fator crítico que mais apareceu em primeiro lugar em ordem de importância foi a liderança. Em segundo e terceiro lugares, o fator mais citado foi treinamento e perfil dos *Black Belts*, respectivamente. Em quarto lugar, equipes de projetos e, por fim, iniciativas prévias foi o mais citado na quinta e última colocação.

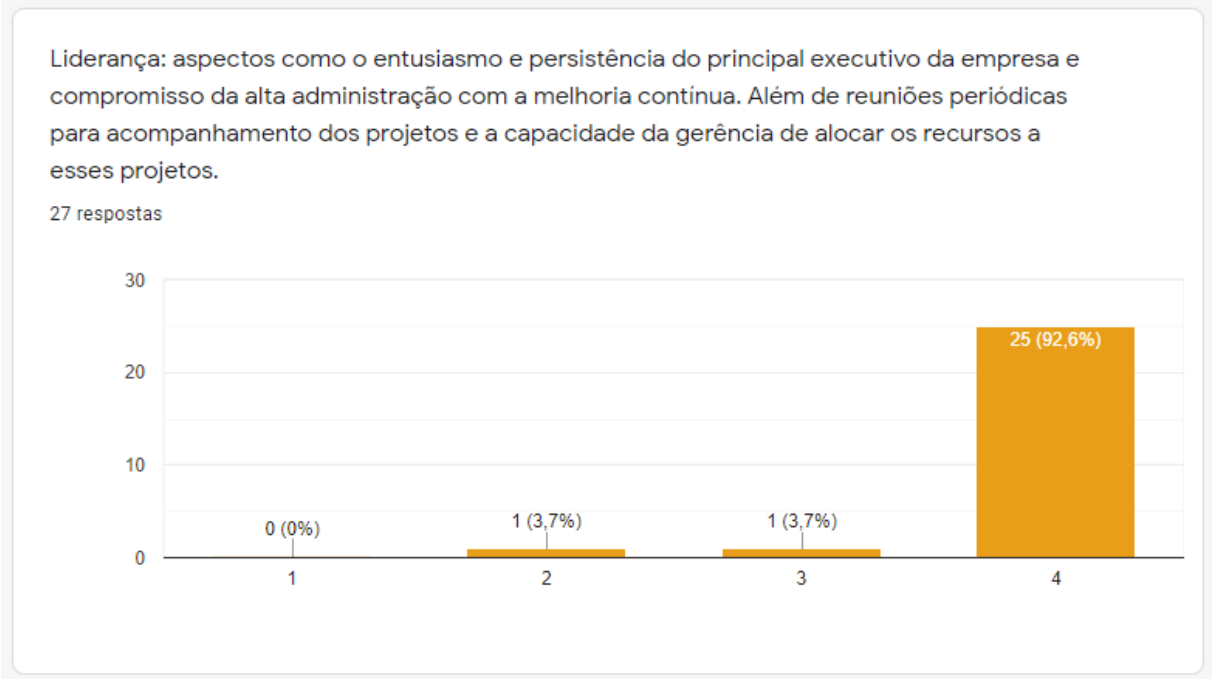
Figura 32: Classificação dos fatores críticos em ordem de importância na implantação do *Lean Seis Sigma*.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

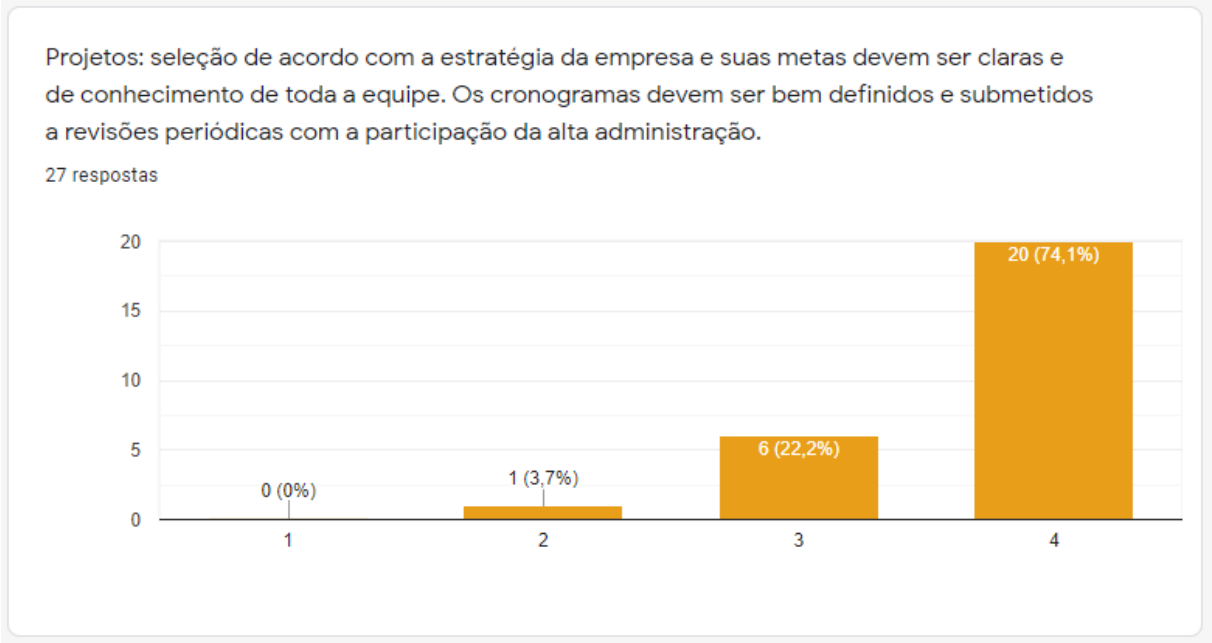
Ainda no terceiro estágio do trabalho, foi avaliado os fatores críticos relacionados a implementação do *Lean Seis Sigma* na organização. Assim como na avaliação dos fatores críticos de implantação foi considerado 1 = “Não importante”; 2 = “Pouco importante”; 3 = “Importante” e 4 = “Muito importante”.

Figura 33: Relativização do fator crítico Liderança na implementação do *Lean Seis Sigma*.



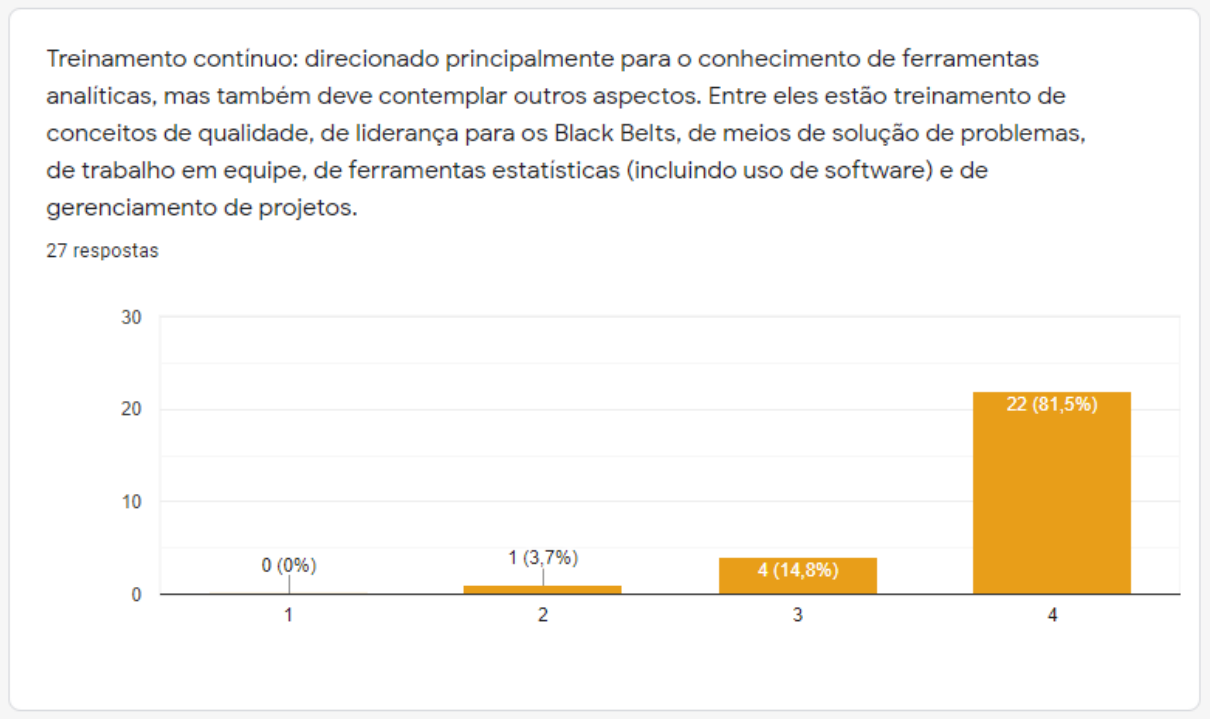
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 34: Relativização do fator crítico Projetos na implementação do *Lean Seis Sigma*



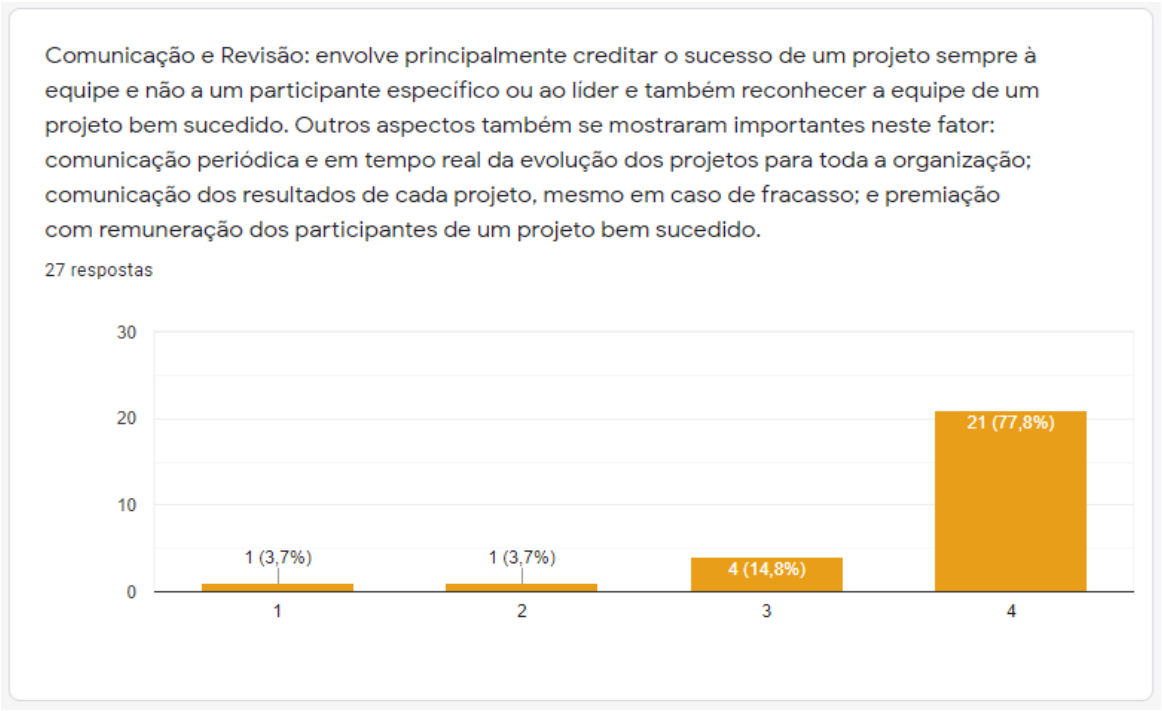
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 35: Relativização do fator crítico Treinamento Contínuo na implementação do *Lean Seis Sigma*



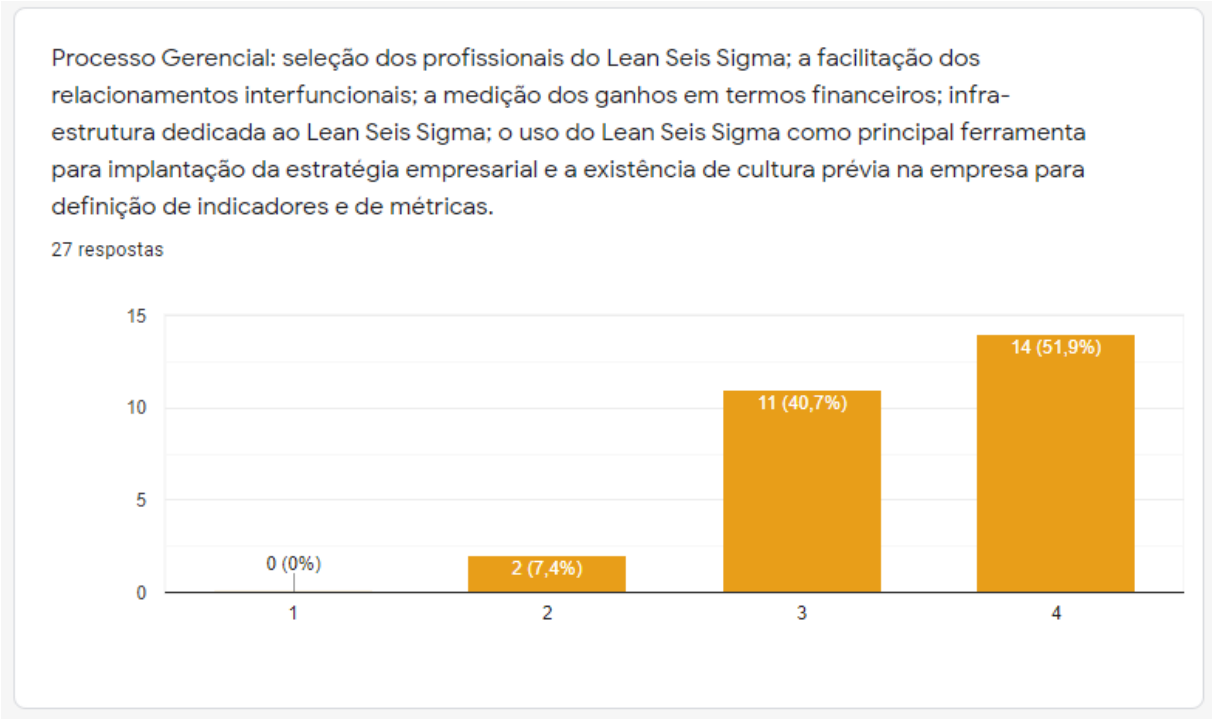
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 36: Relativização do fator crítico Comunicação e Revisão na implementação do *Lean Seis Sigma*



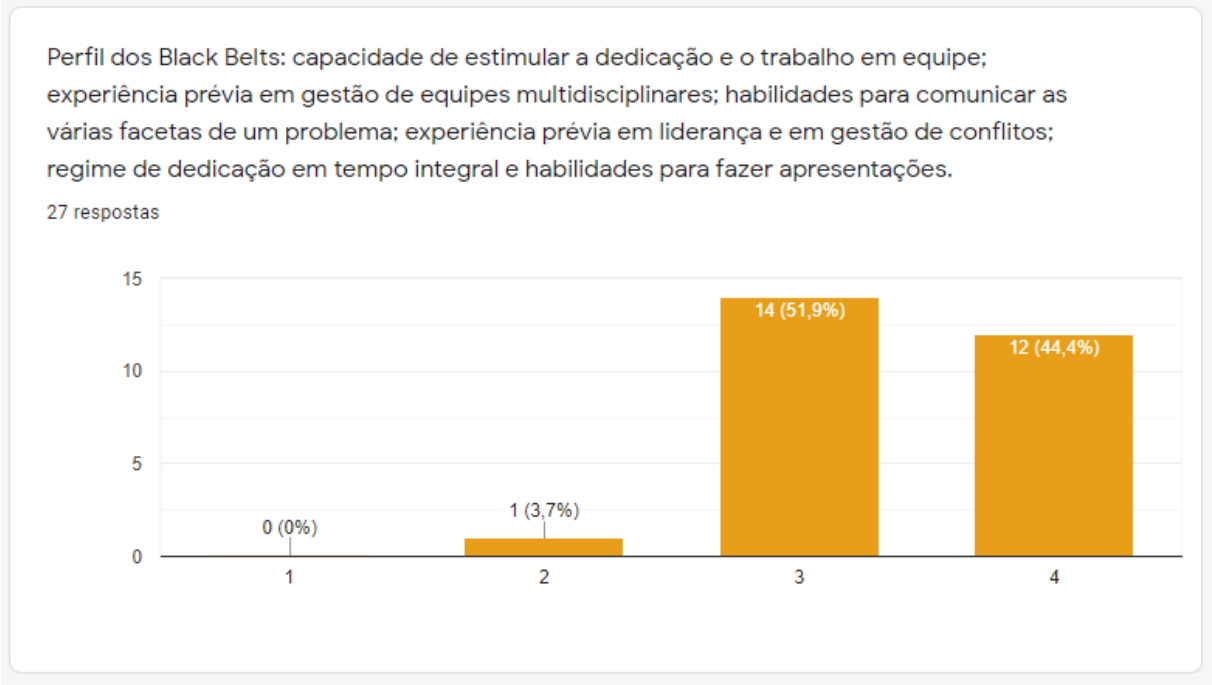
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 37: Relativização do fator crítico Processo Gerencial na implementação do *Lean Seis Sigma*



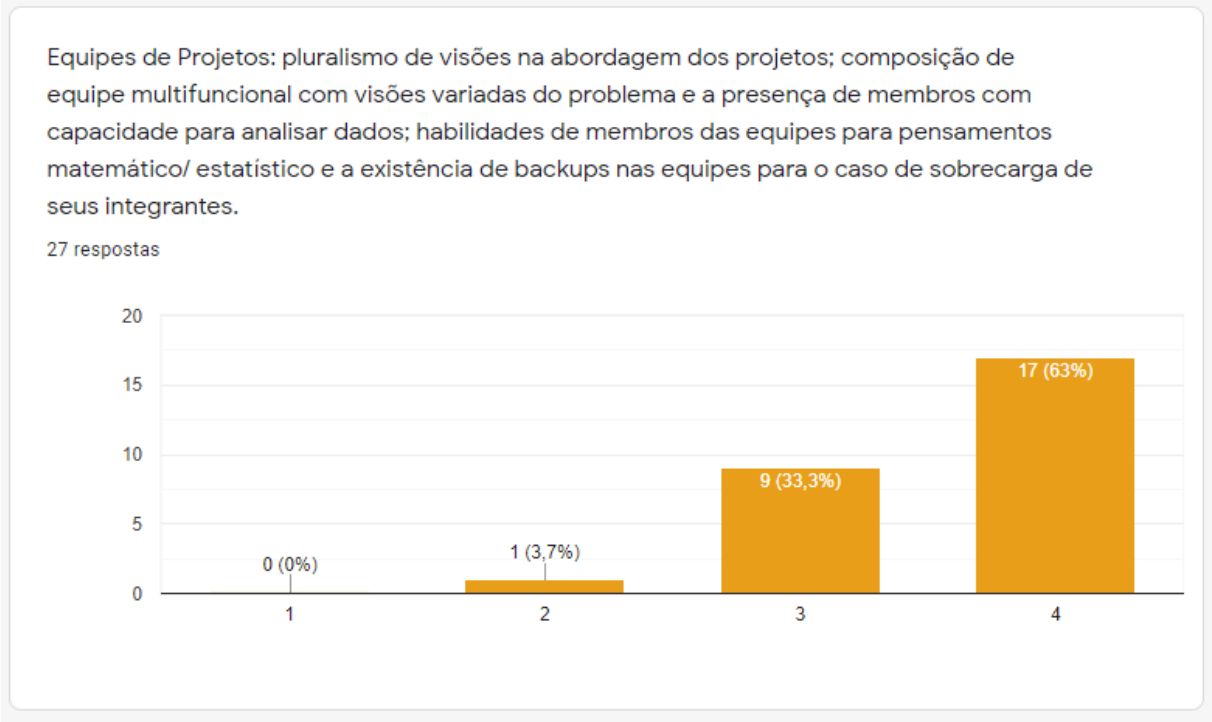
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 38: Relativização do fator crítico Perfil dos *Black Belts* na implementação do *Lean Seis Sigma*



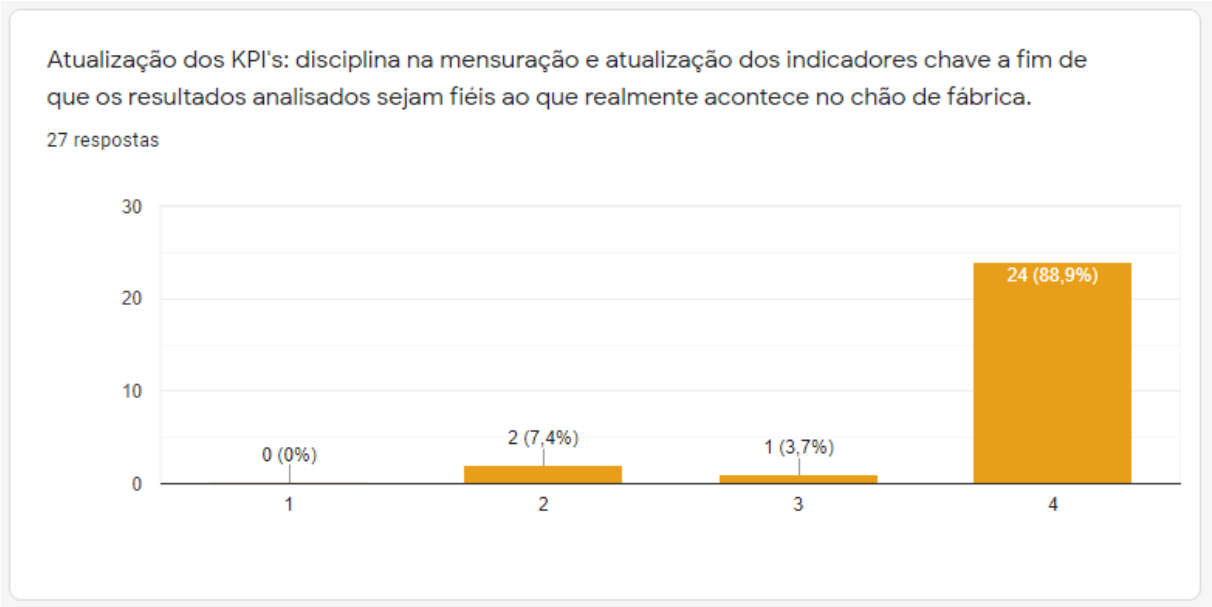
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 39: Relativização do fator crítico Equipes de Projetos na implementação do *Lean Seis Sigma*



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 40: Relativização do fator crítico Atualização dos KPI's na implementação do *Lean Seis Sigma*



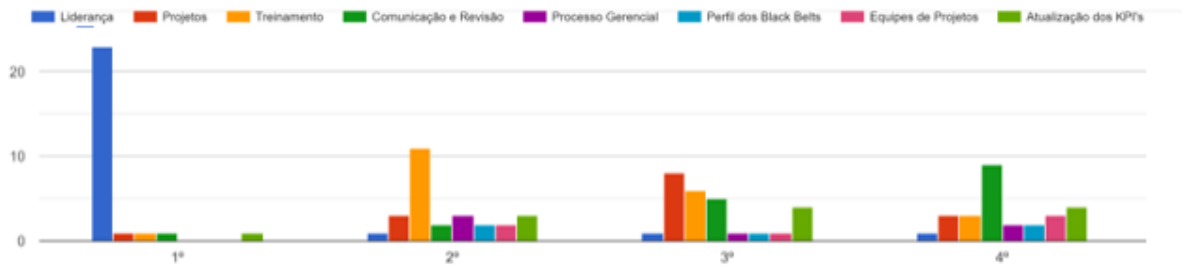
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Finalmente, os fatores críticos de implementação do *Lean Seis Sigma* foram classificados de acordo com sua ordem de importância para o respondente.

O fator crítico liderança foi o que mais vezes foi citado em primeiro lugar. Treinamento contínuo e projetos foram os mais citados na segunda e terceira colocações, respectivamente.

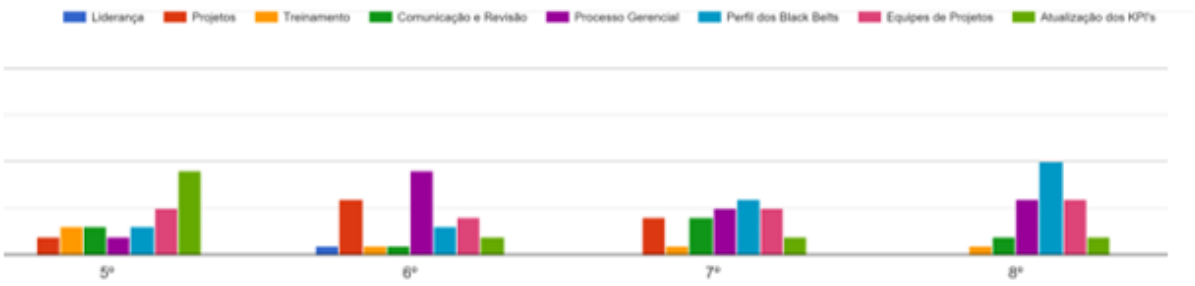
Comunicação e revisão foi o mais apontado como quarto em ordem de importância, enquanto atualização dos KPI's apareceu com a maior frequência na quinta posição e processo gerencial na sexta posição. Já perfil dos *Black Belts* foi o mais citado no sétimo e oitavo lugar.

Figura 41: Fatores críticos mais citados entre os 4 primeiros lugares na ordem de importância na implementação do *Lean Seis Sigma*



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 42: Fatores críticos mais citados entre os 4 últimos lugares na ordem de importância na implementação do *Lean Seis Sigma*



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Segundo a literatura apresentada, é notório que as empresas de Grande Porte são as grandes responsáveis pela aplicação do *Lean Seis Sigma*. Além disso, a aplicação é bastante comum em empresas do setor farmacêutico, alimentício e automotivo.

No capítulo 2 foram destacados as técnicas e ferramentas de *Kaizen*, *Kanban* e Programa 5S como as mais utilizadas pelos praticantes do *Lean Manufacturing*, o que foi confirmado com os resultados apresentados na Figura 22. De forma semelhante, as técnicas e ferramentas como SIPOC, Histograma, Diagrama de Dispersão, PDCA e Cartas de Controle são bastante usadas em cada uma das etapas do DMAIC, conforme Figura 23.

Além disso, foi destacado no capítulo referente ao referencial teórico a importância da liderança para o sucesso da metodologia. Oprime *et* al (2010) ressalta que os gestores possuem atuação direta tanto como facilitador quanto como inibidor no andamento e evolução do programa. Isso foi comprovado com a classificação desse fator crítico como o mais importante na implantação e implementação do *Lean Seis Sigma*, fato evidenciado nas Figuras 31 e 40. Cabe ressaltar que vários outros fatores críticos, como a oferta de treinamento contínuo, são advindos da liderança, sendo considerada a causa-raiz do sucesso ou insucesso do programa. Segundo o líder do setor de qualidade da montadora, muitas vezes, a liderança acredita que a cultura de qualidade já está enraizada na companhia, sendo então desnecessário atualização dos conhecimentos através de *workshops*, estudos e capacitações. Esse comportamento faz com que muitos funcionários busquem conhecimento de forma autônoma, o que apesar de ser positivo, não surte o mesmo efeito que teria se toda a organização fosse treinada.

Carpinetti (2016) ressalta a importância das pessoas para as organizações e a busca pelo maior envolvimento e aperfeiçoamento destes é o principal recurso. Novamente, isso é comprovado quando os fatores de treinamento e treinamento contínuo foram classificados como o segundo mais importante na implantação e implementação (Figuras 31 e 40), respectivamente.

Bechet, Wainwright e Bance (2000) e Bond (1999) destacaram a importância de sistemas de informação para facilitar a coleta e análise de dados, além de criar indicadores de desempenho que facilite e apoie as atividades dos grupos. Isso pôde ser comprovado na pesquisa com o alto número de respondentes classificando processo gerencial como sendo um fator crítico importante na implantação da metodologia (Figura 27) e comunicação e revisão (Figura 35), além de atualização dos KPI's (Figura 39) como quarto e quinto colocados, respectivamente, na ordem de importância dos fatores críticos de implementação da metodologia.

Pode-se, ainda, concluir que fatores como Perfil dos *Black Belts* e Equipes de Projetos apesar de serem consideradas importantes no processo de introdução e consolidação da metodologia, possuem uma relevância menor quando comparado aos demais fatores críticos. Além de ocuparem posições inferiores na classificação, tiveram mais notas "3 – Importante" do que "4 – Muito Importante", diferentemente dos demais fatores críticos.

De acordo com o instrutor de formação de *Belts* em *Lean Seis Sigma* entrevistado, a classificação desses fatores em uma posição inferior é correta, porém ele ressalta a importância do fator crítico de Perfil dos *Black Belts*. Para ele, o perfil dos estudantes da metodologia vem se alterando nos últimos anos. Está cada vez mais comum que jovens graduandos, ainda sem uma carga prática de trabalho, se interessem por aprender a metodologia almejando assim abrir futuras portas no mercado de trabalho. Esse processo é extremamente positivo e fundamental, porém é importante que esse jovem seja mentorado por um profissional mais experiente para que além do conhecimento teórico adquirido no curso ele tenha a oportunidade de colocá-los em prática, a medida que desenvolve *soft skills* extremamente importantes para um *Black Belt*, como a comunicação e a liderança.

Ademais, cabe ressaltar, que foi calculado o Alfa de Cronbach, a fim de assegurar a consistência interna do trabalho. O coeficiente foi calculado para as 14 perguntas (6 relativas a implantação e 8 relativas a implementação) que envolviam classificação dos fatores críticos com base na escala de Likert. O Alfa de Cronbach foi de 0,910, o que, segundo Landis, Koch (1977), representa uma relação quase perfeita.

Pode-se, pois, assegurar que para uma empresa que deseja implantar e implementar a metodologia *Lean Seis Sigma* em sua organização, deve-se priorizar um trabalho de apoio junto a liderança, além de capacitação aos seus funcionários a fim de aumentar a chance de sucesso no processo.

5. CONCLUSÕES

O competitivo e globalizado mercado de trabalho, impõe as empresas uma adaptação rápida em todos os aspectos importantes ao cliente: percepção satisfatória de qualidade, colocação adequada da marca e preço competitivo. Outrossim, para se conseguir isso é preciso que todos os demais valores não perceptíveis ao cliente sejam reduzidos o máximo possível. A metodologia *Lean Seis Sigma* atua no sentido de otimizar processos, reduzir etapas sem valor agregado e implementar melhorias nas etapas de interesse. Esse é o principal motivo pelo qual a metodologia *Lean Seis Sigma* vem sendo cada vez mais adotada e valorizada pelas empresas.

Pelo presente estudo, é possível perceber que são inúmeros fatores críticos que demandam diferentes graus de atenção ao implantar e implementar a metodologia *Lean Seis* Sigma. Este trabalho identificou, analisou e relativizou tais fatores buscando auxiliar gestores responsáveis pela área da qualidade a aumentar a chance de sucesso ao trabalhar com a metodologia.

Ainda que a maior parte das análises tenha sido feita a partir do *Lean Seis Sigma*, também foram abordados aspectos relativos ao *Lean*, como as ferramentas e práticas mais utilizadas.

Por meio do cenário desenhado pelas respostas ao questionário e pelas entrevistas realizadas, foi identificado o porte das organizações usuárias da metodologia, bem como os setores. Além de identificar os fatores de liderança e treinamento como sendo os mais críticos na obtenção de sucesso na aplicação e continuação da estrutura na empresa. Tais fatores exigem ações que, muitas vezes, não são baratas e exige tempo e comprometimento, no entanto, com planejamento e esforços continuados, uma empresa que opta por desenvolver e ter excelência em *Lean Seis Sigma* poderá ter uma grande vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes.

Com base nos resultados obtidos é interessante que futuras análises contenham uma amostra mais balanceada quanto a distribuição de respondentes por setores, além de tentar equilibrar respostas pelos diferentes estados brasileiros.

Outra oportunidade é avaliar a ação individual para além da ação institucional. Pode ser que, muitas vezes, apesar de não possuir uma ação consistente por parte da instituição, a capacitação dos profissionais acaba trazendo ferramentas e ações que mudam o panorama institucional. Assim, se por um lado as políticas organizacionais possuem a capacidade de

promover mudanças macro, as ações individuais possuem potencial de gerar mudanças micro tão ou mais importantes do que as macros.

REFERÊNCIAS

AEKER, D.; KUMAR, V.; DAY, G. **Marketing research**. John Wiley & Sons,Inc. 1995.

AHERNE, J.; WHELTON, J. **Applying Lean in Healthcare**: A Collection of International Case Studies. Boca Raton, CRC Press, 2010.

ANDRIETTA, J.; MIGUEL, P. A. C. **Aplicação do programa Seis Sigma no Brasil: resultados de um levantamento tipo survey exploratório-descritivo e perspectivas para pesquisas futuras.** Gestão & Produção v. 14, n. 2, p. 203–219 , 2007.

ANTONY, J. A SWOT analysis on Six Sigma: some perspectives from leading academics and practitioners. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 61, n. 6, p. 691-698, 2012. Disponível em: < https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/17410401211249229>. Acesso em: 18 jun. 2020.

BALDIN, N.; MUNHOZ, E. M. B.. **Snowball (Bola de Neve): Uma Técnica Metodológica para Pesquisa em Educação Ambiental Comunitária.** Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2011.

BERTELS, T. **Rath and Strong's Six Sigma Leadership Handbook**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2003.

CAMARGO, W. **Controle de Qualidade Total**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia − Educação a Distância, Paraná, PR, 2011. Disponível em: <http://ead.ifap.edu.br/netsys/public/livros/LIVROS%20SEGURANÇA%20DO%20TRABALHO/Módulo%20I/Livro%20Controle%20da%20Qualidade%20Total.pdf>. Acesso em: 20 maio 2020.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

_____. **Gerenciamento pelas diretrizes (Hoshin Kanri)**. Nova Lima: Falconi, 2012.

_____. **TQC**: Controle da qualidade total (no estilo japonês). Nova Lima: Falconi, 2014.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão de qualidade: conceitos e técnicas**, 3ª ed., São Paulo: Atlas, 2016.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just-in-time, MRP II e OPT - Um Enfoque Estratégico**. São Paulo: Atlas, 1993.

CORRÊA, C. A.; CORRÊA, H. L. **Administração De Produção E De Operações**. Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 2008.

CARVALHO, M. M. Medindo o sigma do processo. In: ROTANDARO, R. G. (Org.). **Seis Sigma**: estratégia gerencial para melhoria do processo, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, 2002.

DOMINGUES, T. S.; PACHECO, D. A. J. Programa Seis Sigma: uma análise prática em processos de manufatura. **Espacios**, v. 35, n. 13, p. 1, 2014. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a14v35n13/14351301.html>. Acesso em: 9 jun. 2020.

ECKES, G., 2001, **"The Six Sigma Revolution"**, 4 ed, Elsevier.

EXAME. **Melhores e Maiores 2005**. São Paulo: Editora Abril. Edição Especial, Julho, 2005.

GRABAN, M. **Hospitais Lean**: Melhorando a Qualidade, a Segurança dos Pacientes e o Envolvimento dos Funcionários. Porto Alegre: Bookman, 2013.

HAGUETTE, T. M. F. **Metodologias qualitativas na sociologia.** 4. Ed. Petrópolis: Vozes, 1995.

HAHN, G. J.; DOGONAKSOY, N.; HOERL, R. The evolution of six sigma. **Quality Engineering**, v. 2, n. 3, p. 317-326, 2000.

JOINT COMMISSION RESOURCES (JCR). **O Pensamento Lean na Saúde**. Porto Alegre: Bookman, 2016.

JÚNIOR, S D S; COSTA, F J D, **Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e Phrase Completion**. XVII Seminários em Administração, 2014.

LANDIS, J. R.; KOCH, G.G. **The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data**. Journal of Biometrics, v. 33, p. 159-74, 1977.

LASTRES, H.; CASSIOLATO, J.; LEMOS, C. **Globalização e Inovação Localizada**. p. 37 , 1998.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Principles of Lean**. Disponível em: <https://www.lean.org/WhatsLean/Principles.cfm>. Acesso em: 04 maio 2020.

LIKER, J. K.; HOSEUS, M. **A Cultura Toyota**: A Alma do Modelo Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2009.

LIKERT, R. **A technique for the measurement of attitudes. Archives of Psychology**. v. 22, n. 140, p. 44-53, 1932.

LUZES, C. S. A. **Implementação da Filosofia Lean na Gestão dos Serviços de Saúde**: O Caso Português. 2013. 94 f. Dissertação (Mestrado em Gestão das Organizações) − Instituto Politécnico do Porto, Universidade do Porto, Porto, 2013. Disponível em: <https://www.fep.up.pt/docentes/fontes/FCTEGE2008/Publicacoes/D17.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2020.

MARCHWINSKI, C.; SHOOK, J.; SCHROEDER, A.. **Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers**. 5th edition. Brookline, Mass: Lean Enterprise Institute, 2011.

MARIANO, A. M.; VÉRAS, J. M.; SILVA, A. J.; SAMPAIO, F. G. S.; SANTOS, L. M. G. Impactos da Globalização nas Organizações Brasileiras. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde**, Brasília, DF, v. 4, n. 3, p. 3657-75, 2014. Disponível em:

<http://periodicos.unb.br/index.php/rgs/article/view/13719/9652>. Acesso em: 20 abr. 2020.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing:** edição compacta. São Paulo: Atlas, 1996.

MATTHEWS, C. H.; BRUEGGEMANN, R. **Innovation and Entrepreneurship**: A Competency Framework. New York, Routledge, 2015.
MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevis, 2010.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde.** 3. Ed. São Paulo: Hucitec/Abrasco, 1994.

MINITAB. **Identificação de outliers**. Disponível em: <https://support.minitab.com/ptbr/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/dataconcepts/identifying-outliers/>. Acesso em: 10 jun. 2020a.

_____. **O que é um teste de hipótese?**. Disponível em: <https://support.minitab.com/ptbr/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/basics/what-is-ahypothesis-
test/>. Acesso em: 11 jun. 2020b.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Applied Statistics and Probability for Engineers**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2003.

OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre, Bookman, 1997.

OPRIME, J. C.; MENDES, G. H. S.; PIMENTA, M.L. **Fatores críticos para a melhoria contínua em indústrias brasileiras**, 2010.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **The Six Sigma Way**: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance. New York: McGraw Hill, 2000.

RAJASHEKHARAIAH, J. Six Sigma Benchmarking of Process Capability Analysis and Mapping of Process Parameters. **Journal of Operations and Supply Chain Management**, v. 9, n. 2, p. 60-71, jul./dez. 2016. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/joscm/article/view/64344>. Acesso em: 10 jun. 2020.

REIS, L. V.; SILVA, A. L. E.; CORBELLINI, R. H.; RABUSKE, F. B. O Uso das Ferramentas Brainstorming e 5W2H no Planejamento de Combate a Incêndio em Indústrias de Tabaco. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. **Anais eletrônicos**... João Pessoa: ENEGEP, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/309618810_O_USO_DAS_FERRAMENTAS_BRAINSTORMING_E_5W2H_NO_PLANEJAMENTO_DE_COMBATE_A_INCENDIO_EM_INDUSTRIAS_DE_TABACO>. Acesso em: 10 jun. 2020.

RISSI, L. A. **Aplicação da Metodologia 6 Sigma Para Resolução do Problema da Falta de Acurácia no Estoque de Uma Empresa**. 2007. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso

(Graduação em Engenharia de Produção) − Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: < http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180830/tce-31052010-094813/?&lang=br>. Acesso em: 10 jun. 2020.

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, Aprendendo, Desenvolvendo Qualidade Padrão Seis Sigma**. Rio de Janeiro, Qualitymark, 2006.

_____. **Ações para a Qualidade**: GEIQ, Gestão Integrada para a Qualidade: padrão seis sigma, classe mundial. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

RUNHA, F. P. **O Uso do Método Seis Sigma Para Identificar Áreas de Risco**: Uma Aplicação em Uma Indústria Farmacêutica. 2005. 122 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica) − Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JONHSTON, R. **Administração da Produção**. 3ª edição. São Paulo (SP): Atlas, 2009.

SNEE, R. D. Lean Six Sigma: getting better all time. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 1, p. 9-29, 2010. Disponível em: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/20401461011033130>. Acesso em: 9 jun. 2020.

SOARES, H.S.G. **Globalização do sistema de manufatura baseado nas estratégias de melhoria contínua em uma empresa do setor automotivo**. São Paulo, 2007. Tese (Mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

STAMATIS, H. DEAN, **"Six Sigma Fundamentals: A complete guide to the system, methods and tools"**, New York, Productivity Press, 2004

TEIXEIRA, T. R. B. A.; BORGES, F. X. B.; TAVARES, D. B. Aplicação do Lean Seis Sigma em uma empresa de serviços de tecnologia: elevando o nível de serviços com redução de custos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 21., 2014, Natal. **Anais eletrônicos**... Natal: CBC, 2014. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/download/3661/3662>. Acesso em: 9 jun. 2020.

TOUSSAINT, J. S.; GERARD, R. A. **On the Mend**: Revolutionizing Healthcare to Save Lives and Transform the Industry. Cambridge: Lean Enterprise Institute, 2010.

TRAD, S.; MAXIMIANO, A. C. A. Seis Sigma: Fatores Críticos de Sucesso para sua Implantação. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 13, n. 4, p. 647-662, out./dez. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-65552009000400008&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 9 jun. 2020.

USEVINICIUS, A. L, **“Implantação da metodologia Seis Sigma e aplicação da técnica estatística de projeto de experimentos na resolução de problemas e otimização dos processos de fabricação”**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. RS, p.36, 2004

VOITTO. **Formação de White Belt em Lean Seis Sigma**. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/digital/formacao-de-white-belts-em-lean-seis-sigma>. Acesso em: 17 jun. 2020.

WERKEMA, M. C. C. **Lean Seis Sigma – Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing.** 1. ed. Belo Horizonte : Werkema, 2006.

WERKEMA, C. **DFLSS-Design for Lean Six Sigma**: Ferramentas Básicas Usadas nas Etapas D e M do DMADV. Elsevier Brasil, 2013. Cap 01, p. 13.

_____. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

_____. **Perguntas e Respostas Sobre o Lean Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

WESSEL, G.; BURCHER, P. Six Sigma for small and medium-sized enterprises. **The TQM Magazine**, v. 16, n. 4, p. 264-272, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.